

2022年 零碳园区实践白皮书

绿色投资·数智运营·融合共生·碳循未来



版权声明

本白皮书著作权属于普洛斯际链科技(上海)有限公司和上海市节能减排中心有限公司共同所有。任何转载、摘编或以其他方式使用本白皮书的全部或部分内容的,应注明来源,违反上述声明者,著作权方将追究其相关法律责任。

本白皮书在吸纳了众多行业研究成果的基础上编制,如读者发现白皮书中涉及的图片、文字等存在版权问题,请联系编写组,我们将及时处理。

联系方式:institute@glp.com



○ 主编单位

上海际链网络科技有限公司
普洛斯企业发展(上海)有限公司
上海市节能减排中心有限公司

○ 参编单位

普洛斯科技(上海)有限公司
上海城建数字产业集团有限公司
上海市质量和标准化研究院
中国联合网络通信有限公司上海市分公司
上企国协双碳促进发展中心
上海交通大学苏北研究院
福建海峡经济研究院
厦门象屿智慧供应链有限公司
中国仓储与配送协会
美国绿色建筑委员会

○ 指导单位

上海投资咨询集团有限公司
上海市城市规划设计研究院发展研究中心
中国邮政集团有限公司上海市分公司
北京中邮鸿运管理咨询有限公司

○ 特别顾问

谭洪卫、王剑

○ 编写指导

邱宝军、吴小杰、张剑锋、李亮、张劼怡、齐康、郁波、金颖、丁光莹、马娜、胡永魁

○ 主编人员

章淡宜、冯驯、顾佳、王宏琳、胡贝妮、潘瑞清、刘颂、徐君喻、付阳、奚圣尧、颜景赞、杨杰、张宏亮

前言

ZERO

我国于2020年9月首次公开提出碳达峰碳中和的“双碳”目标，并于中国共产党第二十次全国代表大会进一步明确积极稳妥推进碳达峰碳中和，为国家、城市、园区的绿色高质量发展道路开启新篇章。

随着“双碳”行动持续深入推进，《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》、《2030年前碳达峰行动方案》等国家顶层文件及上海、天津、浙江等多个省份“双碳”实施方案不断出台。园区，作为产业和企业的规模化聚集地，已然成为推动“双碳”战略实施的重要环节。近期以来，多地一系列鼓励园区加速产业升级及绿色发展的政策文件陆续公布，园区零碳转型已成为必然趋势。

通过调研发现，国内绝大多数园区正处于向低碳园区、近零碳园区转型的阶段，而关于零碳园区的概念、内涵等尚不清晰，同时各界对实践路径及解决方案仍未达成共识。为探索园区零碳实践之路，普洛斯际链科技(上海)有限公司联合上海市节能减排中心有限公司等单位编制形成《零碳园区实践白皮书》，提出了零碳园区的内涵及路径、实践总体框架、关键要素、典型场景等内容，以期携手园区、企业及生态链伙伴共同打造零碳园区，给予政府部门相关参考帮助，助力全社会可持续发展及国家双碳目标实现。

结合主编单位在园区产业服务、运营投资及双碳咨询领域的经验成果，本白皮书梳理分析了园区发展的政策背景及挑战机遇，讨论阐述了零碳园区的概念、内涵及迭代路径，剖析凝练了零碳园区实践总体框架、关键要素、全生命周期重要举措，针对物流园区、数据中心等典型场景开展了关键环节零碳分析，最后对未来园区零碳发展方向进行了展望。

目录

第一章

园区零碳可持续发展洞察

- 全球气候变化挑战园区发展
- 国家双碳战略引领园区转型
- 社会绿色需求重塑园区定位
- 园区零碳转型的挑战与机遇

01

02

05

06

07

第二章

零碳园区概念与内涵

- 零碳园区概念
- 零碳园区内涵
- 园区迭代路径

17

18

19

23

第三章

零碳园区实践解决方案

- 实践总体框架
- 实践关键要素
- 实践支撑载体
- 全生命周期零碳实践方案
- 零碳园区典型场景

27

28

29

34

35

39

第四章

零碳园区发展展望

- 创新发展零碳园区新技术
- 智慧引领零碳园区新生态
- 加快构建零碳园区新格局

49

50

53

55

第一章 园区零碳可持续发展洞察



全球气候变化挑战园区发展

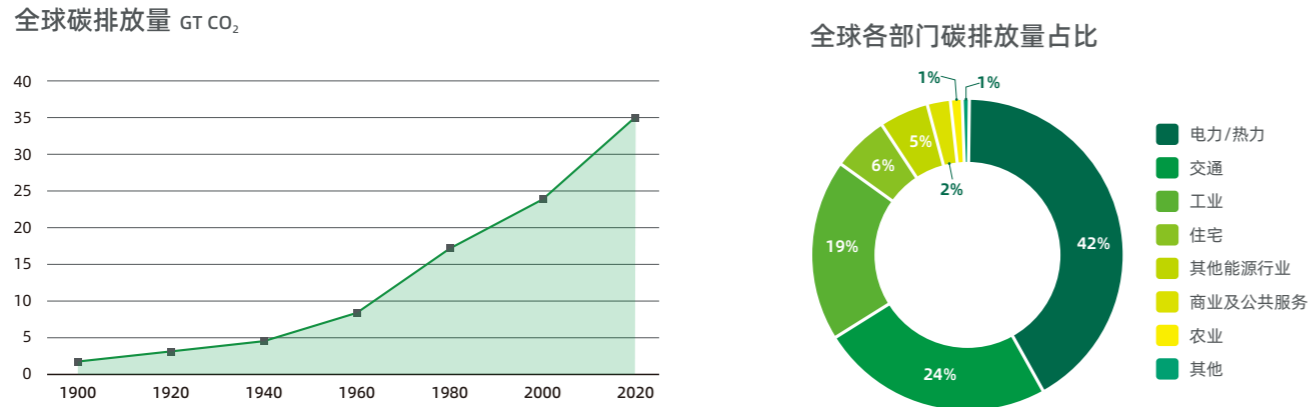
气候变化是人类发展过程中面临的重大挑战。工业化时代开启以来，人类活动导致的温室气体排放急剧增加，扰动了地球气候系统的微妙平衡，引发全球变暖的气候风险，产生冰川融化、海平面上升、极端天气等一系列连锁效应，直接影响未来社会的宜居和宜业性、粮食系统、实物资产、基础设施服务和自然资本等，并对人类社会的可持续发展构成严重威胁。

为降低全球气候风险，控制温室气体排放，世界各国和相关组织纷纷展开行动，形成了《联合国应对气候变化框架公约》、《京都议定书》和《巴黎协定》等一系列具有法律约束力的减排文件。目前，包括中国在内的195个国家和地区签署了《巴黎协定》，力争在本世纪中叶前后实现温室气体净零排放，将全球气温上升控制在与前工业化时期相比2°C以内，并争取把温度升幅限制在1.5°C以内。全球已有超过130个国家明确提出了“零碳”或“碳中和”的气候目标，其中匈牙利、新西兰、英国、法国、丹麦和瑞典等国家已经正式颁布了碳中和相关法案，从各个领域提出减排的阶段性目标和指导性意见。

然而，根据联合国环境规划署（UNEP）《排放差距报告2021》研究分析，基于目前世界各国已经开展的减排措施，至本世纪末全球平均气温将上升2.7°C，远高于《巴黎协定》控制全球气温上升的目标，这将导致灾难性的气候变化。同

样的，2020年后全球碳排放总量需控制在5000亿吨二氧化碳当量以内是本世纪温升不超过1.5°C的必要条件，而2021年单年全球的碳排放量当量已高达363亿吨，在疫情打击过后呈现大幅回弹趋势，全球温室气体排放尚处于快速增加阶段。综合看来，《巴黎协定》目标的落实仍需要全球各国开展更加强有力的政策推进和技术支持，并针对重点排放对象进一步优化减排路径。

图1- 全球碳排放量及各部门碳排放占比



● 数据来源：国际能源署、全球能源转型及零碳发展白皮书（2021）

在严峻的全球气候变化问题下，全球主要国家和地区正持续加强相关政策力度，设定更加严格的行动目标，履行《巴黎协定》承诺。英国已于2019年将其2050年减排目标从“至少比1990年基线降低80%”提高至“至少降低100%”；美国于2021年签署《应对国内外气候危机的行政命令》，致力于优化美国能源结构，鼓励可再生能源发展；中国于2021年首次将减缓气候变化行动纳入国民经济和社会发展规划，提出2060年碳中和的长远目标。除此之外，全球GDP前10的国家皆已对气候目标提出相应承诺，并以政策宣誓和法律规定等方式作出公示。

园区是产业和企业聚集的主要场所，由多样化的功能单元相互配合组成完整生态系统，存在工业、商业、建筑、物流交通等多种业态。为维持园区生态系统正常运行，园区需要消耗大量的资源和能源，但随产生大量的温室气体。因此，园区也是温室气体排放的重要空间载体。在全球气候变化的压力下，园区的温室气体控制将是各国减排战略的关键靶点。

园区涉及到的产业类型通常覆盖了电力、工业、物流、商业以及基础建筑等一系列高排放单元，在全球温室气体排放总量中占据了较大比例。园区的温室气体排放控制将是全球应对气候变化的关键路径之一。同时，园区作为区域性平台，其减排路径对城市和国家等宏观组织都具有一定的参考意义。目前，国内外园区

已对低碳、近零碳、碳中和等目标做出了具有自身特色的尝试和实践，对环境、社会和园区自身都产生了显著的效益，并吸引更多的园区探索零碳发展路径。总体趋势上，园区零碳转型已成为全球气候行动的重要任务。

目前，全球正积极响应《巴黎协定》目标，开展园区零碳发展路径探索。在气候变化的压力下，全球园区可能正面临着建设审批困难、园区排放监管力度加强、传统能源供给短缺、生产单元产能受限、园区运行成本提高、企业绿色服务需求增加、园区招商引资受阻等一系列挑战。针对种种挑战和困难，部分国家已利用能源结构清洁化、产业技术低碳化和运营管理智慧化等手段对园区的建设、供能、运维和管理等多个阶段进行了较为全面的零碳转型探索。德国柏林欧瑞府能源科技园通过建筑低碳化、能源清洁化、储能系统化、交通电动化、管理数字化等，实现了煤气厂的零碳转型，并助力德国联邦政府提前实现了2050年减碳80%的目标。类似的，瑞典南部厄勒海峡的赫尔辛堡商业园通过零气候负荷的“绿色电力”和“回收能源”，大幅提高了园区的能源利用效率。英国的园区零碳转型则致力于氢能和碳捕获、利用与封存（CCUS）等前沿低碳技术的开发，大幅降低园区能源结构中高排放能源的占比，并计划于2030年前建设4个基于CCUS技术的工业集群，于2040年前完全实现工业园区的净零转型。

在气候变化问题日益严重的背景下，提高园区的气候适应性和绿色价值对全球环境有着重要意义。园区的零碳转型已成为全球可持续发展的重要条件。



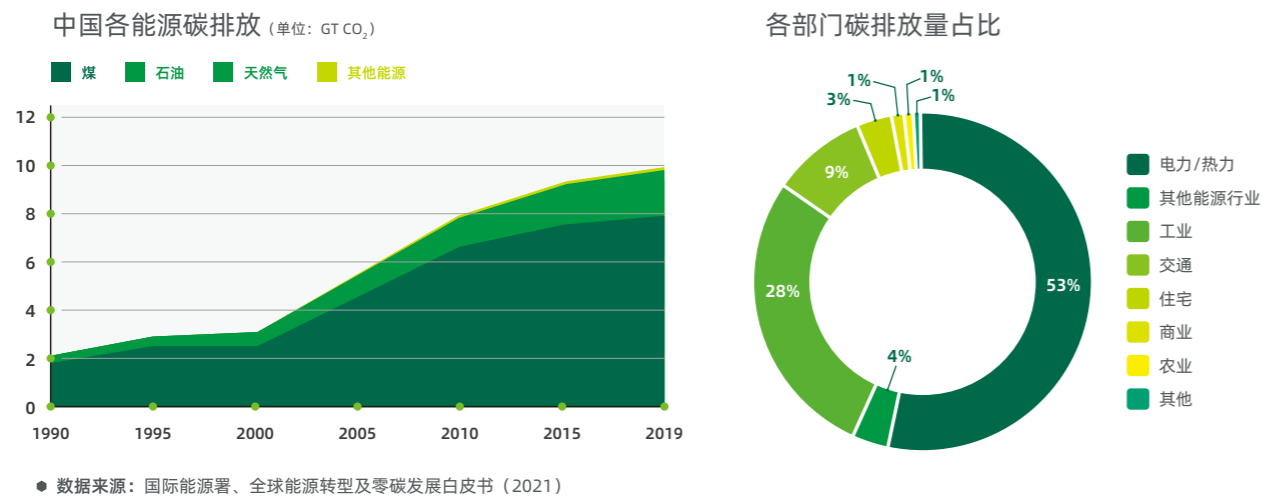
国家双碳战略引领园区转型

2020年9月，中国于第七十五届联合国大会一般性辩论上公开宣布，中国将进一步提高国家自主贡献力度，采取更加有力的政策和措施。中国二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值，努力争取2060年前实现碳中和（以下简称“双碳目标”）。

2022年10月，中国共产党第二十次全国代表大会提出，积极稳妥推进碳达峰碳中和，立足我国能源资源禀赋，坚持先立后破，有计划分步骤实施碳达峰行动，深入推进能源革命，加强煤炭清洁高效利用，加快规划建设新型能源体系，积极参与应对气候变化全球治理。

中国的能源结构以传统能源为主，且能源消耗总量随着社会发展需求逐年增加。2020年，中国的碳排放量占全球总排放量的30.7%，是全球最大的碳排放国。为应对气候变化，承担大国责任，近年来，中国通过一系列政策文件大力推动新能源技术发展，激励能源结构清洁化，煤和石油等化石能源的碳排放量增长率呈现明显的下降趋势。然而受制于新能源技术尚处于初期阶段，短期内中国的用能结构仍依赖传统能源。

图2- 中国各能源碳排放量及各部门碳排放占比



园区作为企业聚集地，创造了我国80%以上的GDP，是我国产业升级和经济建设的重要载体，也是制造业转型升级和社会绿色发展的关键平台。壮大的产业集群和生产规模同时也带来了巨大的能源需求，大量的基础设施和公共服务已成为园区碳排放的主要源头。其中仅工业园区产生的二氧化碳排放量就在全中国碳排放总量中占比超过30%。与中国的整体用能结构相似，园区主要以电能作为主要能源驱动。而受我国电能生产现状所限，2020年采用电网供电的园区67.8%的电力供应依然依靠化石能源，园区已经成为重要的碳排放载体。



自双碳目标提出以来，中国将双碳目标作为高质量发展的国家战略之一，制定了多方面的支持文件进行系统谋划和总体部署，并完成了17个省份“双碳”实施方案的衔接，有力有序有效推进“双碳”工作。园区作为能源消耗和二氧化碳排放的重要空间载体，在国家双碳规划中有着重要的战略地位。2010年以来，我国已开展了51个低碳工业园区的试点建设工作，并逐步推动了国家生态工业示范园区园区循环化改造、低碳工业园区、绿色园区等一系列园区试点示范项目。

目前，我国已通过《中共中央国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》、《2030年前碳达峰行动方案》等顶层文件对双碳工作进行了系统谋划、总体部署，并制定了一系列政策文件鼓励园区推动能源系统优化和循环化改造，加快园区绿色低碳转型。

在一系列顶层文件和关键政策的强调下，园区零碳转型的战略地位不断加深，向着园区建筑绿色化、能源结构清洁化、能源利用高效化、资源利用循环化、园区管理智慧化和投融资绿色化的趋势逐渐过渡。

表1-零碳园区相关顶层文件

发文时间	发文单位	政策文件	关键内容
2021年10月	国务院	《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》	经济社会发展绿色转型、产业结构绿色低碳调整、清洁低碳安全高效能源体系、低碳交通运输体系建设、城乡建设绿色低碳发展、绿色低碳重大科技攻关、碳汇能力巩固提升、对外开放绿色低碳发展、健全标准完善机制
2021年10月	国务院	《2030年前碳达峰行动方案》	能源绿色低碳转型行动、节能降碳增效行动、工业领域碳达峰行动、城乡建设碳达峰行动、交通运输绿色低碳行动、循环经济助力降碳行动、绿色低碳科技创新行动、碳汇能力巩固提升行动、绿色低碳全民行动、各地区梯次有序碳达峰行动
2021年3月	国务院	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》	明确“制定2030年前碳排放达峰行动方案”的工作任务。实施以碳强度控制为主、碳排放总量控制为辅的制度，支持有条件的地方好重点行业、重点企业率先达到碳排放峰值
2022年10月	中国共产党第二十次全国代表大会	《高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗》	积极稳妥推进碳达峰碳中和

园区建筑绿色化

园区在物理意义上是建筑的集群，有必要深入发展绿色建筑实现低碳运营。在传统的园区建设中，建筑设计主要追求实用性和经济性，长远发展潜力不足，节能环保属性不明显。目前，新型的园区建筑设计主要通过用地集约性和设计整体性、功能通用性和实用专业性、建筑标准化和明晰识别性、生态低碳化和控制智能化等进行优化，追求建筑群整体的综合改进。根据2022年住房和城乡建设部颁布的《“十四五”建筑节能与绿色建筑发展规划》，园区建筑将进一步向绿色低碳的方向发展，以提升绿色建筑发展质量、提高新建建筑节能水平、加强既有建筑节能绿色改造、推动可再生能源应用、实施建筑电气化工程、推广新型绿色建筑方式、促进绿色建材推广应用、推进区域建筑能源协同、推动绿色城市建设等作为重点发展方向。

能源结构清洁化

不同类型的园区在功能和用能特点上都存在一定差异，但主要以电能驱动为主。随着工业电气化的推

进，预计到2050年全国工业生产电能占终端用能比重将达到52%，各类建筑电能终端用能比重达到65%。根据发改委《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》，绿色能源消费促进机制将鼓励绿色园区追求零碳低碳，实现能源绿色低碳转型。而在发改委早先发布的《关于开展全国煤电机组改造升级的通知》、《关于加快推动新型储能发展的指导意见》和《关于推进电力源网荷储一体化和能互补发展的指导意见》文件中，则对能源结构优化升级和能源体系高效转型的落实提出了具体路径，通过煤电机组改造升级、推动新型储能融合发展和源网荷储一体化绿色供电园区建设打造清洁电力体系。同时，可再生能源发电也可作为园区实现用能绿色低碳的重要手段。《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》作为中国双碳工作的顶层指导文件，重点强调了风能、太阳能发电、氢能应用等技术在双碳工作中的重要战略地位。在相关政策规划的强调下，氢能可充分发挥其清洁能源属性，提升园区内交通用能、分布式发电、储能系统、工业用能等领域中清洁能源比重，构建多元的清洁能源应用生态。风光电等可再生能源电力领域已受到了国家能源政策的多年调控，有更加坚实的应用基础。2021年工信部《“十四五”工业绿色发展规划》鼓励园区发展绿色低碳微电网，推进屋顶光伏、分散式风电、多元储能等技术应用，加快能源消费结构的低碳化转型。

能源利用高效化

在能源结构优化调整的同时，持续提高园区的用能效率，在能源消费测同步助推零碳转型。发改委《关于严格能效约束推动重点领域节能降碳的若干意见》指出，园区的零碳转型应关注园区节能降碳技术的改造潜力，以系统观念推动绿色发展，重点提升园区内产业和公共设施的能效水平。根据《高耗能行业重点领域能效标杆水平和基准水平（2021年版）》，高耗能项目应分类提效达标，能效水平应提尽提，科学有序开展节能降碳技术改造。技术路径上，园区可结合主体具体情况，在既有的能效水平上合理建立减排目标，应用科学的节能改造技术，结合智慧化手段，从全局角度综合提升园区能源利用效率。

资源利用循环化

建立健全绿色低碳循环化发展经济体系是国家的重要决策部署。目前，园区循环化改造面临着循环化理论认知不足和建设水平不高的双重难题，亟需强有力的引导推进园区循环化改造进程。《“十四五”循环经济发展规划》鼓励园区推进绿色工厂建设，实现厂房集约化、原料无害化、生产洁净化、废物资源化、能源低碳化、建材绿色化，并制定园区循环化发展指南，推广循环经济发展典型模式。2021年年底，发改委发文《国家发展改革委办公厅工业和信息化部办公厅关于做好“十四五”园区循环化改造工作有关事项的通知》，明确建设循环化园区，加快推动产业园区绿色低碳循环发展，提高资源能源利用效率，助力实现碳达峰碳中和目标。

园区管理智慧化

园区是多种功能单元的组合，为实现多单元的高效配合，可大力推进园区的智慧化管理。在全球先进信息技术的快速发展的背景下，园区的智慧化发展成为重要趋势。中国正处于数字化转型阶段，智慧城市、智慧政府、数字经济、工业互联网、新基建建设等领域的政策文件陆续发布，也为园区提出了指导性的智慧化发展方向。中国“十四五”开局之年，园区应加快数字化建设步伐，以智慧化手段链接产业单元，打造智慧城市基石。目前，大量园区正积极探索智慧化转型建设，并着重强调提升信息基础设施和管理服务、产业智慧化高质量发展以及园区-城市的智慧化融合。根据2021年12月工信部《“十四五”智能制造发展规划》，园区可考虑以工艺、装备为核心，以数据为基础，依托制造单元、车间、工厂、供应链等载体，构建虚实融合、知识驱动、动态优化、安全高效、绿色低碳的智能管理系统，推动数字化转型、网络化协同、智能化变革。随着园区智慧发展的不断推进，园区智慧化管理可通过5G、物联网、云计算、大数据、人工智能等高效信息技术实现园区从基础建设、运营管理、综合服务到产业发展的全方位智慧化管理。

投融资绿色化

作为资本、技术、人才和产业等要素的集中区域，园区的发展需要较大的投资规模和资金支持。目前，创新发展投融资方式已经成为了园区可持续发展的一大瓶颈。通常园区的投融资可分为初期规划设计和土地征用、中期基础设施和项目建设、后期正常运营等三大阶段，融资规模大，由政府发挥主导作用，且逐渐难以满足园区发展的需要。在双碳背景下，中国积极开拓绿色要素市场，为园区投融资开辟了新的途径。2021年12月，国务院和生态环境部分别发布《要素市场化配置综合改革试点总体方案》和《关于开展气候投融资试点工作的通知》，支持试点区域探索绿色要素交易机制，组织近零碳排放区等低碳试点开展资源环境权益融资和气候投融资活动，结合碳市场、绿色电力市场、基础设施REITs和绿色投融资市场开展生态文明建设和改革创新。

国家“双碳”顶层文件和相关领域政策措施的紧密配合，为园区零碳转型提供了坚实的政策基础和明确的发展路径。园区作为国家“双碳”战略的重要载体，亟需在社会发展和“双碳”目标中找准平衡点，探索契合自身特色的零碳转型路径，科学落实动态零碳目标。

表2：零碳园区相关政策文件



社会绿色需求重塑园区定位

在国家“双碳”背景下，绿色可持续理念在区域、产业、企业等的发展需求中持续深化，社会整体呈现出绿色转型趋势。区域的绿色战略规划、产业的绿色低碳建设和企业的高质量发展等亟需具有一定绿色功能基础的平台，兼顾多方因素，联合丰富资源，为社会的绿色转型提供良好基座。

园区作为产业和企业的规模化聚集地，在社会中具有一定的辐射效应和引领效应。目前，中国的园区建设遍布国内外，是中国同世界进行产业交流合作的重要平台。根据商务部数据，我国产业园区数量接近2万个，开发区约2735个；工业园区共计约2543家，贡献了超过50%的全国工业产值。园区经济对全国经济贡献的增长率已经超过了30%，是地区经济发展、产业培育和招商引资的主要抓手。海外园区约有160家，沿丝绸之路和“一带一路”布局，在全球六大洲均有分布。整体上，中国园区正在形成国际国内双循环的发展格局。同时，园区内产业涉及制造业、建筑业、服务业、交通运输等众多领域，产业多样且规模大，具有强大的产业整合能力。基于园区和社会间紧密的链接关系，园区的零碳转型将赋予社会强大的绿色推动力。

普洛斯胶州物流园



推动产业绿色转型

园区的零碳建设将为入驻产业提供绿色发展基础。从园区的平台搭建、产业聚集、产业服务、园区运营和产业投资等方面，零碳园区建设将为各个产业在关键节点推动低碳技术、物联网技术、大数据技术等通路的创新与应用，提升园区管理与服务的智慧化和精细化水平，完善园区内碳管理制度安排，倒逼产业低碳化改造升级。从园区平台的层面保证绿色的运营生产环境，提供对环境影响更小的园区基建，配置低碳高效的公共服务，提供全方位的绿色智能管理，助力产业绿色转型。

引导企业绿色升级

目前，社会对企业的绿色减排行动和社会责任提出了更高的要求。零碳园区的建设将为入驻企业提供良好的环境数据库和绿色管理模式，并提供相关的企业绿色行为引导，合理安排园区内减排的激励制度，完善园区内部能耗水平和碳排放水平的双重监管模式，从用能大户开始由点到面辐射全园区企业，优化企业能源管理系统，引导企业参与绿色市场建设，落实企业减排责任，提升双碳背景下企业的市场竞争力，打造区域绿色低碳企业群。

赋能经济绿色发展

园区的建设通常伴随着大规模的投融资行动，零碳园区的建设开发将刺激绿色投融资市场的长期发展。由于园区的全生命周期运行将产生大量的能源资源消耗和碳排放，因此园区投融资将和碳市场、绿电市场以及循环经济紧密挂钩。绿色化的园区将吸引绿色投融资的大量倾入，活跃绿色经济市场。同时，园区寿命较长，且前中后期都需要一定规模的资金投入，因此园区的零碳建设对绿色经济的影响将是长远的。

联通区域低碳合作

避免园区成为低碳孤岛，构建区域协同绿色发展模式。纵向链接城市、省市等宏观区域和企业用户等产业载体，横向贯通多区域多园区等低碳平台，打造纵横一体的低碳布局。通过互联网络，打通地方壁垒，拉近政企距离，实现低碳资源、低碳技术、低碳管理模式的高效交流合作，提高国家整体的绿色发展水平。

助力社会绿色减排

园区的排放量在社会中占据着很大比例，园区的零碳建设将很大程度上影响城市区域整体的碳排放水平。目前，工业园区、产业园区等类型的园区存在着能源结构以火电为主，设备用能效率低，能源管理水平参差不齐等问题，导致园区碳排放强度高居不下。开展绿色建设工作后，园区碳排放将大幅下降，与此同时，社会整体的碳排放强度也将得到一定改善。

园区零碳转型的挑战与机遇

园区在不断演进和发展的过程中，由于国家双碳政策的持续深化、入驻产业体系的复杂化、用能需求持续增加、涉及的管理服务业务愈发多样化、企业和周边对于园区的绿色低碳需求也愈发强烈，园区原先的基础设施和服务能力与社会绿色低碳高质量发展之间的矛盾愈发突出，面临新的挑战与机遇。

园区零碳转型的挑战

挑战一：园区零碳转型和资金缺口之间的矛盾需要合理调节

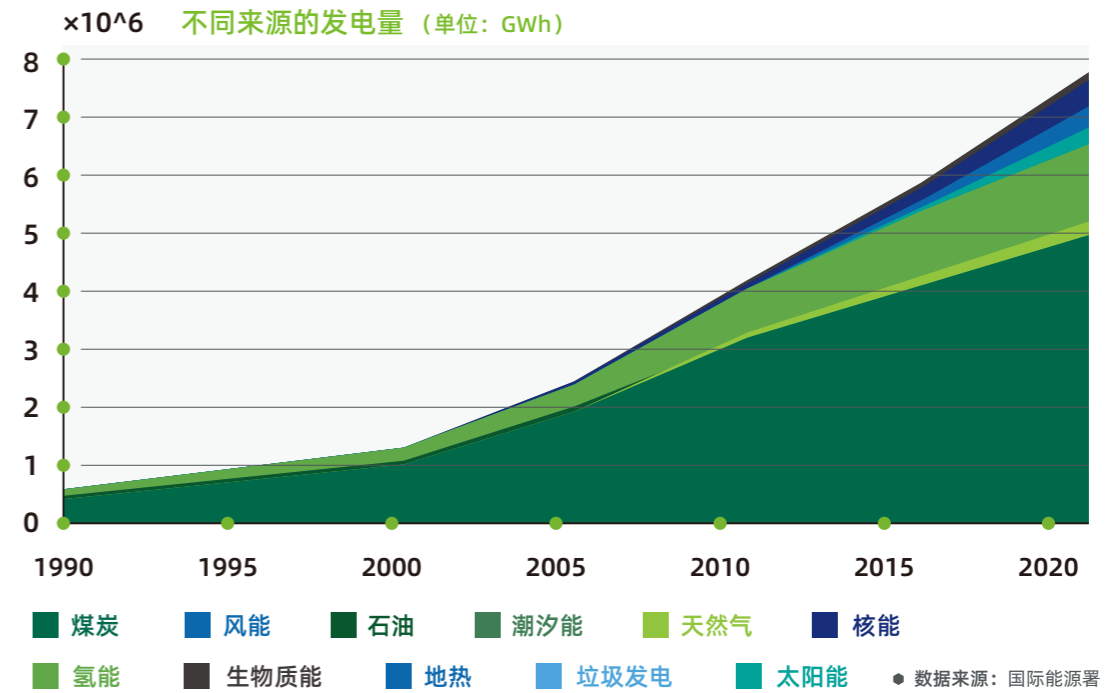
园区的能源清洁化部署、管理智慧化升级等零碳转型建设所需的资金投入远远高于普通园区建设，面临着基础设施低碳建设难、绿色新兴企业引入难、传统产业低碳转型难、绿色智慧化运营管理难等一系列问题。2013年以来，全球每年约有3000亿美元的投资流入可再生能源领域，其中中国、美国和欧洲的投资规模位居全球前列。除此之外，数字化转型在大规模的需求升级下，全球技术投资额中的占比将超过50%。宜昌某以新能源产业为主要集群的绿色低碳示范园区投资规模超过300亿元；无锡某产业园探索零碳转型，在转型初期已投入超百亿资金用于低碳产业布局；蒙苏工业园区将100亿投资用于建设储能及动力电池项目。目前，根据政策激励，园区的零碳转型可通过气候投融资和绿色低碳园区REITS等新型投融资模式支撑资金需求。然而，绿色投融资仍处于起步阶段，绿色融资模式尚不成熟，绿色融资规模有限，绿色投资项目质量良莠不齐，难以满足园区零碳转型的资金缺口。园区也可通过项目融资来获取资金支持，与具有社会责任感的绿色低碳投资者开展合作关系，引入社会资本。但考虑到园区的零碳转型具有探索性，投资者需有较强能力承担基础设施建设和后续运营风险，对绿色市场投资者的要求较高。如何兼顾园区零碳建设和资金保障将成为园区零碳转型的一大挑战。

挑战二：园区零碳技术和基础设施难以在短期内更新迭代

现阶段，大部分产业和能源基础设施对传统化石能源仍高度依赖，清洁能源受到技术和成本等方面的因素制约尚且无法大规模普及使用，能源结构的优化转型还需要技术的进一步发展以及政策的大力支持。电力作为主要产业用能，其背后的能源供应现阶段仍以煤炭等化石能源为主，但随着相关新能源激

励政策的陆续出台以及相关技术的逐步成熟，清洁能源的市场份额正初步提高。

图3：中国发电结构



此外，如何在提高园区能源利用效率的同时平衡园区稳定发展也是园区零碳转型的一大难题。园区从规划到成熟往往需经历漫长的过程，在基础设施、招商引资、产业运营和商业配套健全后形成稳定的良性循环，并具有一定的规模效应。园区内的运营技术和基础配套的微小变化将扰动园区全局的稳定状态，造成不同程度和不同类型的风险。零碳转型的过程中，园区内的基础设施须有规划地进行逐步更新，充分摸清园区减排潜力，科学开展技术创新，将高效储能、氢能、智慧微电网等相关绿色技术循序渐进地引入园区合理应用，提高园区运营能效水平，避免运动式减碳，稳步推进园区零碳转型。

CCUS相关技术可从另一侧对产业用能排放的二氧化碳进行捕集、封存和利用，消纳不可避免的温室气体排放。考虑到短期内中国的能源结构难以改变，CCUS是园区实现零碳转型的重要技术手段。但就目前而言，CCUS技术仍处于探索验证阶段，尚缺乏大规模系列化的CCUS系统，安全性和经济性都有待观察。

挑战三：园区的零碳发展需要顶层统筹和科学决策

园区作为产业单元聚集发展的区域具有一定的独立性，完善的内部管理制度是园区维持较长生命周期的关键。园区的零碳转型需要园区管理兼备中远期的顶层统筹设计和对各个单元零碳发展的科学决策，且兼顾

园区内外生态，实时跟进市场变革，捕捉城市、国家乃至全球政策动态，加强资源要素配置，稳步引导园区实现零碳转型，与社会可持续协作。发展起步较早的园区往往在初期的顶层设计中缺乏前瞻性规划，管理系统碎片化，管理水平提高空间有限，难以实现双碳背景下园区零碳化转型的平滑过渡。目前，园区管理呈现智慧化发展趋势，以5G、人工智能、大数据和工业互联网等数字化智慧化手段对园区管理效率、园区服务等方面进行迭代升级。然而，如何利用数字化智慧化手段，有效结合国家双碳目标，着手当下低碳改造，落点未来零碳生态，进行远期的统筹规划并设计高效管理系统，实现园区全生命周期的可持续发展，带动区域共同落实双碳目标，将是园区管理的关键所在。

沈阳环普中德产业园



园区零碳转型的机遇

● 机遇一：国家双碳战略提供零碳驱动力

在全球趋势和相关政策的影响下，碳达峰碳中和已成为国家实现可持续发展的重要举措。无论是国家统筹部署，还是区域战略研究，如何科学落实双碳目标都是一项重要议题。考虑到园区碳排放在全国双碳工作中的重要地位，园区将是国家降碳减排工作的关键靶点。目前，国家和各省市发布了一系列顶层文件和区域性规划，为园区零碳转型提供了强有力的政策支撑和良好的发展环境。

● 机遇二：聚焦区域性载体打造零碳技术平台

园区作为企业和产业聚集的区域性载体，可充分利用自身的平台优势，打造清洁能源体系，提高园区用能效率，智慧升级管理手段，探索高效储能、氢能、智慧微电网、CCUS等先进的零碳或负碳技术规模化

利用，提高技术可行性，降低技术应用成本。批量帮助园区内企业搭载技术平台优势，提高用能效率，同时获得额外的减排利润。

● 机遇三：联通多样化渠道簇集绿色资本助力

双碳战略下绿色金融蓬勃发展，资本市场对绿色项目的支持力度持续加大，绿色产业将有更多机会获得绿色投融资机会。园区零碳转型的过程中可充分吸纳社会资本和金融机构的绿色力量，凭借绿色投融资、REITS等渠道，获得资本倾斜。同时，也可进一步刺激绿色金融市场的活跃度，双向赋能，绿色发展。

● 机遇四：携手合作伙伴打造社会零碳生态

在全球可持续发展的大环境下，绿色转型是产业发展的必经之路。先行探索零碳园区建设有助于提升自身竞争力，重塑市场定位，吸引绿色合作伙伴。目前，园区的绿色建设和试点大多处于低碳和近零碳阶段，在此基础上率先探索零碳园区建设，将带动产业链整体生态向双碳目标大迈一步，在行业内打造创新性、引领性、示范性零碳场景，同时开拓国内外市场，形成有影响力的零碳生态平台。

在全球可持续发展的大趋势和国家高质量发展大战略下，园区已然成为推动产业绿色升级的关键载体。在融贯零碳理念的同时，园区需谨慎思考资金、技术和管理等在零碳转型过程中带来的多重挑战，在尚不清晰的零碳道路中摸索适应自我特色的路径模式并持续优化升级，推动社会绿色发展。同时，园区也需正确认识和把握零碳转型战略的发展优势，科学利用政策优势、创新发展技术优势、合理融通资本优势、强化联通生态优势，看到挑战和困难背后零碳实践和发展的广阔蓝海，积极承担引领生态零碳升级的时代重任，构建与社会紧密联结的可持续发展新格局。

第二章 零碳园区概念与内涵



零碳园区概念

随着双碳工作由顶层谋划阶段逐步进入实质推进阶段，中国迫切需要一种新的发展模式，从对高碳行业的高度依赖，向低碳、可持续发展转型。园区，作为城市的基本单元，行业产业集群、企业集聚的主要载体，经济发展、社会活动承载的中间枢纽，同样作为碳排放的主战场，正面临着绿色发展和能源转变的颠覆性转型。在此潮流下，“零碳园区”概念孕育而生。

零碳园区，是指在园区的规划、建设与运营的全生命周期内，多方主体协同产业生态链，依托绿色投资、零碳科技和数智运营等手段，实现区域内温室气体排放与清除的动态平衡。

零碳园区内涵

目前，社会及各行业尚未对零碳园区这一概念进行明晰界定。随着国内双碳工作的深入，零碳园区的内涵也随之逐渐浮出水面。在此，基于时下的共识及上述对零碳园区的定义，其内涵也进一步理解为：

图4：零碳园区核心内涵



零碳赋能，产城融合

零碳园区应持续提高土地利用效率，充分挖掘园区潜力，加强分布式光伏、风电、储能设施等零碳能源基础建设。布置区域性多层次交通系统，扩能共享公共服务设施，合理布局基础充换电设施、加氢站，连接城市轨交系统，扩张低碳交通网络。

摆脱传统“摊大饼”式园区、追求大园区、用地粗放低效的特点，结合城市经济发展关键指标、空间布

局等特点，倡导产城融合，推行紧凑型空间布局，拓展用地功能，明确产业属性，持续优化产业结构，发展绿色高附加值产业，营造适宜的生态环境，提供便捷高效的通勤条件，使园区成为企业和员工向往的驻扎地。充分考虑城市定位，将园区融入城市，形成园区与城市协调发展的空间布局，推进城市资源配置低碳化。

清洁供给，能源转型

低碳化能源系统是零碳园区实践的核心。

零碳园区应以终端客户需求为出发点，形成以绿色低碳为目标的能源系统规划，集技术创新、量化指标为一体，构筑与区域协调的高效、清洁、安全的能源系统，并随园区衍变发展而同步迭代。

在能源供应侧，考虑到各地在可再生资源能源种类及数量有着不均衡的现实情况，零碳园区应持续优化能源供应侧结构，在实现大量直接或间接电气化供给的基础上，因地制宜的发展光伏、风电、水电、生物质等可再生能源，配合储能、分布式供能等手段实现调峰填谷、源网荷储深度协同，整合形成园区微电网，持续增加可再生能源供能占比，使园区能源结构清洁化，从源头减少碳排放量。

领域联动，能效升级

零碳园区在构建综合能源系统的基础上，应打通电、热、气等能源子系统，实现多种能源互补互济和各子系统协调优化，加强自我调节能力，结合能源梯级利用、资源循环利用等手段，持续提高园区能源利用效率。

在能源消费侧，应把准国家政策，强化能耗“双控”制度的导向性和执行力，持续开展创新技术降耗降耗，实现能耗总量及强度的标杆化效应。聚焦园区能源、建筑、交通三大能耗“大户”领域，在符合园区高品质运营要求、满足客户工作需求及生活舒适度的前提下，科学节能，降低能耗、提升能效，减轻客户用能费用。

科技生态，协同降碳

零碳园区应将碳消除及碳抵消机制纳入顶层规划中，因地制宜建立相应实施路径。开发、运用、优化生物质能+碳捕捉+再利用等CC(U)S等负碳技术，在保证园区能源系统安全稳定的前提下，充分布局并持续扩大负碳技术在园区中的应用规模及供能占比；通过探索植树造林、土壤固碳、生物炭泥炭地恢复和蓝碳等碳汇手段，构建园区负碳生态体系；基于阶段性碳排放水平，灵活、适度运用CCER等抵消手段，对消除园区碳排放进行“托底”，实现动态零碳。

数智助推，智慧管理

数智技术，即数字科技和人工智能技术，与园区管理的深度融合将成为实现零碳园区的强力助推器。基于5G、人工智能、大数据、物联网、云计算、区块链和AI技术等多重手段，助力园区能源、资源与碳排放的优化与精益管控，以节能调度、动态配置为手段，综合智能算法，赋能园区建立能耗、碳耗数据采集、监测、核算、管控、预测等一体化智慧管控体系，提高能源使用效率，降低能耗与碳排放的总量及强度，实现对园区能源数据及碳数据全方位、多维度的透明化监测与全生命周期立体管控的目标。

投资布局，多维保障

园区为实现零碳目标，在强有力的政策支持下，更需大量资金。目前，园区融资渠道仍以政策性资金为主，市场化资金占较低。零碳园区应引入社会资本，与专业机构共同建立多元化投融资体系。发挥公共资本的杠杆作用，撬动社会投资，促进零碳发展。充分借助绿色金融工具，积极主动运用绿色投资基金、绿色债券、排放权融资等各类投融资方式，为园区零碳实践、集群示范提供可持续、稳定的资金保障。同时，做好风险监测与风险规避，真正做到上下贯通、左右均衡、进退有序，协力保障园区零碳发展行稳致远。



北京环普国际科技园

人园互动，绿色引领

零碳园区的实现可为各方用户提供不同的功能，实现不同的目的，助力全社会绿色低碳行动，引导绿色低碳的工作生活方式。



园区业主

通过零碳园区的建设，持续提升园区的经营效应、社会效应、品牌效应及综合竞争力。以零碳、绿色、可持续为建设目标的园区更符合时代发展的导向，将创造崭新的商业模式并产生增值效益，吸引更多绿色高质量企业用户入驻园区。



园区管理方

园区管理方可通过使用数字化平台，轻松实现实时远程监控、调度控制、能耗分析、碳耗预测、设备运维等功能。席卷全球的疫情正在加速这一场景的实现，更凸显这一场景的优势。园区管理方能以更精干的人员、更高效的管理方式保障园区的正常运转。



园区企业

企业在享受用能效率提升、用能成本降低所带来的直接经济效益之上，更可获得绿色融资、安全保障、运维服务及一体化零碳服务，包括企业节能方案及实施支撑、减碳策略咨询、碳资产管理等。



园区客户

通过使用共享低碳设施，实现低（零）碳行为，且低（零）碳行为产生的减排量可被手机APP、小程序等关联软件精准核算及记录，纳入园区碳普惠体系，丰富社会可持续的碳普惠生态圈。



园区劳务人员、司机、访客及消费者

提升公众对低（零）碳行为的感知，在园区短暂的停留中体验到零碳交通带来的高效，零碳建筑带来的舒适，智慧化一站式服务带来的便捷。

园区迭代路径

近年来，我国先后制定出台了关于建设生态园区、绿色园区及低碳园区的政策文件和配套激励机制，在推动园区绿色化转型方面起到了重要的引导和促进作用。随着国内双碳实施方案的深入与细化，园区必将伴随着社会的结构化转型一起，不断朝着高质量发展的方向迭代升级。

零碳园区将会是我国园区迭代升级的必然选择和最终目标，但建设零碳园区的目标并非一朝一日能达成，在此之前，园区还需经历一系列的动态发展及优化迭代过程。

表3：园区迭代路径实施表

关键举措	描述/目的	低碳	近零碳	零碳	关键词
双碳平台	打造数字化双碳平台，实现对能耗、排放可视、可管、可策，具备风险分析研判和预警能力				高效监管 数智赋能
能源替代	构建以清洁能源为主的新型电力系统，实现从源头降碳				清洁供能 源头降碳
工业节能	通过设备、工艺、流程的改造与升级，实现降能耗、提能效				脱碳改造 能效提升
交通脱碳	推进清洁能源交通产业发展，升级充换电绿色基础设施，实现园区交通运输系统脱碳				高效便捷 零碳出行
建筑节能	发展超低能耗、净零能耗建筑，降低建筑全生命周期碳排放，推动绿色智慧城市建设				超低能耗 全生命周期降碳
降碳机制	应用负碳技术、负碳手段等，建立园区碳消除机制				科技降碳 生态固碳
资源循环	秉持资源循环利用战略，推进资源节约集约利用，促进经济绿色转型				资源集约 绿色循环
人文体验	通过媒体宣传引导，营造共同参与零碳转型的社会氛围				以人为本 低碳生活

低碳园区

低碳园区，在边界明确的区域内，以绿色规划为统领，平衡发展需求与控制碳排放问题，突出低碳发展主线，有效控制和削减区域内碳排放总量。实施低碳化结构调整，实现园区产业低碳化、企业低碳化、产品低碳化、基础设施及服务低碳化。建立针对园区特点的低碳发展自评估机制，构建相应低碳评价指标体系。初步运用数字化技术赋能园区能耗、碳排放管理体系。因地制宜、循序渐进发展光伏、风能等可再生能源，并将其从能源消费的增量补充变为增量主体，提高绿色低碳能源使用比率。推广新能源与传统能源相结合、小型分散与集中利用相结合的新型用能方式。针对园区重点耗能设备、工艺及流程进行低碳化改造升级，有效降低能耗、提升能效。提高园区交通通达度，形成以节能低碳为核心的园区交通结构。提倡园区建筑节能化，在保证建筑使用功能和室内环境质量的前提下，实行既有建筑绿色化升级改造，新建建筑绿色建筑标准二星及其以上，降低使用过程中的能耗总量与强度。注重园区绿化建设，扩大园区绿化面积，增强园区碳汇能力。倡导减量化、再利用、再循环的3R原则，提高固体废弃物综合利用率，提倡水资源循环利用。推广宣传低碳生活，设置园区便利服务设施，将低碳理念融入到园区全生命周期及园区内人员的生产生活中。



近零碳园区

近零碳园区，在实现低碳园区的基础上，兼顾经济高质量发展及持续有效降低碳排放强度，通过减源、增汇及贡献零碳能源等综合措施，实现碳排放总量及单位产能碳排放量大幅度下降，净碳排放总量不断减少且趋于零的动态目标。针对园区的定位及属性，制定切实可行的总体（近）零碳规划方案。建立园区能源、碳排放管理体系，建立数字化能耗及碳排放监测平台。加强园区可再生能源供能占比，因地制宜构建由“垃圾-风-光-储”组成的（近）零碳电力智能化微电网，促进可再生能源的就地消纳，实现园区深度脱碳。基本实现园区交通运输系统电动化，合理布局充换电等配套基础设施，推广氢能驱动汽车等零碳交通运输方式。强调建筑的可持续发展，实行新建建筑超低能耗化、近零能耗化，持续提升新建及既有建筑节能水平。逐步建立园区降碳机制。尝试负碳技术应用，优化绿化碳汇空间，基本形成园区固碳生态系统。尝试运用绿色电力及CCER抵消园区部分碳排放。基本建立资源循环利用体系，提高资源循环利用水平，实现园区环境、能源等基础设施共享。利用媒体平台，宣传近零碳园区创建的阶段性成效，展现各项零碳、负碳示范技术应用，营造园区与各方人员共同参与降碳的积极氛围。

零碳园区

零碳园区，将经济高质量发展、生态文明高水平建设与碳排放脱钩，并通过“产业低碳、设施零碳、机制减碳、生态固碳”的方针实现园区内碳排放动态为零的目标。兼顾低碳园区与近零碳园区的实施路径，加强衔接，调动多方主体共同参与，形成合力，持续推进内部系统优化及区域层面的产业布局优化。建立健全园区综合管理平台，具备数据反馈、实时监控、能耗分析、调度控制、前瞻预测、优化闭环等功能，整体实现碳排放系统可视化、精细化、智慧化管理。进一步优化能源配置及结构，充分考虑零碳、负碳能源的替代功能，结合数字化能源网络、能源梯级利用等，从源头遏制碳排放。实现交通工具整体电动化的同时，加大氢能驱动汽车的使用频次，建设集约高效、绿色零碳的数智化交通运输体系。持续着力提升园区建筑节能水平之上，降低建筑从产品、建设、运营到终止阶段的全生命周期碳排放。推进零碳、负碳技术系统化规模化应用，将生态固碳与人工降碳相结合，结合CCER等手段，实现园区动态零碳。全面提升园区资源利用效率，发展循环产业，物质、能量和信息的交换网络，形成资源共享、互换的共生组合。全方位宣传零碳园区实践意义，依托零碳园区打造公众教育宣传平台，定期向公众开放参观，营造全社会共同参与零碳转型的浓厚氛围。基于零碳园区的平台，为客户提供绿色信贷、绿色债券、绿色基金等金融支持，吸引各方金融资本和社会资本参与园区及客户所需的改造升级。



第三章 零碳园区实践解决方案



实践总体框架

结合园区发展趋势及双碳目标，可以推导总结出零碳园区的总体目标、基本条件及实施路径，如下：

三大目标：

能源转型： | 增加绿电比例、提升用能效率、降低用能成本、数字化转型

零碳目标： | 降低碳排放总量、降级碳排放强度、双碳路径有效实施

可持续发展： | ESG（环境、社会责任和公司治理）体系、绿色认证

零碳园区的成功实践离不开以下四大条件：

资金： | 全球投资管理经验；丰富的资本运作经验

科技： | 场景切入的节能技术；市场认可的数字科技

生态： | 完善的新能源布局；持续构建的产业生态

服务： | 综合能源服务；新能源资产运维服务

实践关键要素

政策要素

现阶段，国内多数园区正处于向低碳园区或近零碳园区转型的道路上。零碳园区，作为超前部署的示范性实践园区，相关专项政策尚不清晰，但可从早期创建近零碳园区的相关政策文件中看出雏形及未来趋势。

上海、深圳、天津等城市已陆续开展低碳（近零碳排放）园区示范建设，从中可见：

零碳园区的实践，在发挥模范带头作用，收获荣誉称号的同时，更可获得国家、地方政府在管理体制、产业发展、招商引资、用地保障、技术应用、人才需求、平台发展、财税保障、政务服务等多方面的的大力支持，获得相应的补贴或奖励，对于引领性的示范项目更可获得各级政府额外的财政支持。同时，园区可在政府相关机构的引导下，得到社会面更多绿色信贷、绿色债券、绿色基金等金融支持，吸引更多社会资本参与到零碳园区的实践中。

普洛斯顺义科技产业园



技术要素

图5：零碳园区技术关键要素



● 能源转型——构建以可再生能源为核心的新型电力系统

零碳园区应坚持生态优先、绿色发展、多元保障，持续推进可再生能源替代行动，促进园区可再生能源供能占比不断提高，构建以风、光、储、氢为核心的新型电力系统。建设多元融合、高承载、高互动、高自愈、高效能的高弹性电网，聚合分散的弹性可再生资源，集腋成裘、聚沙成塔，实现精准“荷随源动”，以高经济性的方式提升园区电网消纳可再生能源的能力，提升电力负荷弹性。积极推动源网荷储一体化发展，促进新能源优先就地开发利用，绿电就地生产消纳，各种能源设施即插即用。可再生能源转化技术广泛应用，各种能源高效灵活转换、互济互通，形成综合协同能源网络。以园区用户为中心，加强供需双向互动，产消合一，用户深度参与，灵活自主选择最佳用能方式。建设智能高效的调度运行体系，健全电力、热力、天然气（特定场景中）等多种能源联合调度机制，促进协调运行、互补协同。搭建园区微电网体系，实现自我控制、保护和管理的同时，灵活选择独立运行或与外部电网并网运行，精准高效实现多能互补，能源系统整体化数字赋能，前瞻性预测发电及负荷量，不断增强风险应对能力。

● 工业节能--实施设备、工艺、流程的改造与升级，实现高效生产

针对园区设备、工艺及流程进行节能脱碳改造、数字化升级行动，对重点项目实施深入筛查、节能诊断和云端监控，旨在降低全生命周期能耗和碳排放总量。推进数据中心、新能源汽车充电桩、工业互联网等新型基础设施领域节能降耗。持续优化园区能源部署和实施梯级利用，加强能源资源节约，建立健全能源管理体系，持续加强用户节能意识，实现园区整体化

能效提升。在特定场景中，开展能效对标达标和能效“领跑者”行动，推进园区用户绿色制造。在双控目标之外，完善园区节能减排约束性指标管理，加强碳排放权和用能权等交易的统筹衔接。

基于工业互联网、云计算、区块链等手段，实现智能电网、智能机器人等辅助功能深度参与生产系统，实现全时段无人值守、快速故障诊断、大数据辅助决策等信息化智能化运行能力持续提升。

● 交通脱碳--持续推荐园区清洁能源交通产业发展

构建集约高效、绿色低碳、便捷舒适的交通网络，优化调整运输结构，形成以电动汽车、氢燃料电池汽车/卡车等清洁能源为主体的园区交通运输系统。搭建智能化交通服务，精准设置、安排园区行车路线图，提升通行效率。

通过零碳智慧车联网提供充电、加氢、加燃料一站式服务；通过V2G（Vehicle-to-grid）技术实现可控充放电，以提高能源网络的可靠性和稳定性，促进能源网络与电动汽车充放电网络融合。合理布局、建设与升级充换电绿色基础设施，满足园区企业、用户生产生活需求。

大力倡导园区内用户使用自行车、公共交通工具等零碳出行方式；进出园区的大宗货物中长距离运输使用生物质燃料/合成燃料卡车；在航运等特定场景中，通过生物质燃料、合成燃料、LNG等清洁能源的综合利用实现深度脱碳。

● 建筑节能--发展超低能耗、净零能耗建筑，推进绿色智慧城市建设

建筑作为园区高耗能领域之一，在针对重点耗能设备进行节能技改之外，应推进建筑用能电气化和零碳化，有机结合太阳能、地热能、空气能、生物质能等可再生能源供能，持续开发园区屋顶光伏、大力推广光伏发电与建筑一体化（BIPV）等场景应用。

将互联网、大数据、人工智能等现代信息技术与建筑降碳产业深度融合，持续提高新建建筑节能标准，加快推进超低能耗、近零能耗、低碳建筑规模化发展，持续提升园区建筑节能水平。在前期优化设计、提升建筑节能水平，在后期聚合建筑用户行为模式、深度挖掘用户需求从而优化建筑用能模式、增强人与建筑物的互动

联系。通过被动式、装配式建筑等技术赋能方式，实现建筑智能化转型升级，打造园区新型智慧建筑。

将碳排放量与绿色建筑规划等指标相结合，在核算运营碳排放的基础上，在运营的基础上，关注从产品、建设、使用及终止阶段的隐含碳排放，把绿色零碳发展理念延伸至建筑全领域、全过程及全产业链。优先在产品、及建设阶段使用全生命周期碳排放较的建筑材料和高效率设备；资源化回收及处理建筑废料，减少对环境造成的压力，从而降低能源的消耗和碳排放量。

● 碳消除--有机结合负碳技术降碳及生态碳汇固碳形成碳消除机制，实现绝对碳减排

因地制宜发展零碳资源。推进生物质能多元化利用，结合园区周边MSW、RDF、生物质等资源禀赋，发展垃圾焚烧发电、沼气发电或热电联产等利用场景，运用BECCS（生物质源碳捕集、利用与封存）等技术，促进负碳技术规模化落地实施，尝试将收集的二氧化碳循环利用并搭建相应生态链体系，增加园区可再生能源供能比例的同时，实现生物质开发利用全过程负碳排放。

持续优化园区空间布置，充分激发植物碳汇潜力。各个园区属性及业态不同，各类植物种群及体量也不尽相同。总体而言，应基于“和谐共生，欲取先予”的原则，明确碳汇可行性途径，通过利用小微绿地、绿植墙、绿色廊道及道路绿化等方式，聚沙成塔，增加园区绿化面积，增强生态碳汇能力，平衡碳汇投入产出经济性，打造可持续的零碳园区。

● 碳抵消--通过碳资产全生命周期管理、交易价格预测及对冲机制等方式，实现碳资产优化配置

碳资产，指的是碳排放用户所有在碳领域可能适用于储存、流通或财富转换的有形和无形资产，大致可归为碳配额排放权、自愿碳减排量、碳期权、碳期货、碳债券等。

在零碳转型的背景驱动下，作为零碳园区里积极实施节能减排并具备碳资产的用户，园区自身或联合平台公司应协助用户开展碳资产管理，制定碳管理方案和碳业务策略，明确实施路径，充分挖掘和实现用户碳资产的价值。随着全球碳市场的不断成熟，园区自身或联合平台公司应及时组建或聘请专业团队开展碳资产管理相关工作：关注国际碳市场，探索核证减排量及绿证等体系与国内市场的联通；预测国内碳交易市场价格趋势，并合理运用CCER等交易手段帮助园区及用户抵消部分碳排放，作为实现园区动态零碳目标的托底手段。开发、完善碳资产标准，不断提高服务能力，处理可能所涉及的交易预测、对冲机制、碳资产交易涉及的财务及税率问题等，实现用户碳资产的优质配置及精细化管理，降低用户减排降碳经济成本。

经济要素

合理布局经济体系是零碳园区实践一体化解决方案中不可缺少的要素。健全的经济体系能够解决零碳园区建设及改造过程中面临的资金问题，吸引更多合作方加入，实现利益最大化。近年来，国家层面中，金融属性的双碳相关公共政策出现的频次越发频繁，例如：关于开展气候投融资试点工作的通知（环办气候[2021]27号）、关于鼓励和支持社会资本参与生态保护修复的意见（国办发[2021]40号）、人民银行2022年关于有序推进绿色金融和转型金融的研究工作电视会议等。

在双碳目标的约束下，传统园区高能耗、高碳排放的领域面临趋紧的政策约束与额外的碳成本，盈利空间压缩导致其金融投资吸引力不断下降。相反，高碳排放领域的升级转型是园区零碳实践的关键和难点，其更需大量的社会资金，尤其是绿色资金的扶持。有研究测算，未来30年中国双碳事业将带来138万亿的绿色投资需求，占到同期GDP总量的2.5%。

零碳园区需要在前期投入比传统园区更高的成本，而部分资金投入只能以节能收益或正外部性的形式产生回报，造成投资和效益的分离，从而增加融资难度。此外，零碳园区作为零碳、负碳创新技术的重要应用载体，由于缺少应用场景和实践案例支撑，导致耗费较多的资金成本及人力成本。经估算，涵盖风光储充和源网荷储一体化智慧的省级优质零碳园区项目投资约为20亿元。

积极运用绿色投资基金、绿色债券、排放权融资等各类投融资方式，可作为有效解决园区零碳实践中资金问题的重要抓手。而其中，发行碳中和产业基金近年来颇受市场追捧，其通过高效配置资本，扩大资产管理规模，形成资本循环利用，在为投资者创造兼具吸引力和稳定性价值的同时，更为保障零碳园区建设及零碳、负碳示范项目持续提供资金支持，推动可持续实践战略，实现多元协同的良性循环，进一步构建园区和金融的生态融合。

同时，园区应利用战略合作、多赢发展的模式，寻找资源、利用资源、整合资源。建设双碳公共服务平台，成为园区内外资源的纽带与桥梁，不断地为零碳发展提供创造力。双碳公共服务平台可有效对园区资金的募集和使用进行全生命周期监管；发布绿色商业名录，交流企业的绿色产品和服务信息等；深耕细化碳金融服务，打造观念创新、技术创新、管理创新的园区经济体系，多维度服务双碳目标。

实践支撑载体

数字化双碳管理平台，作为园区的基础信息化服务设施，是园区基础服务与产业服务应用的直接体现，是能源、碳排放数据及相关信息互通与交流的重要载体，也是开展园区零碳转型与资源协同利用、构建园区绿色资源交互网络的关键支撑。

依托物联网技术、人工智能、区块链技术等数智化手段，数字化双碳管理平台可协助零碳园区打造数字化的碳中和生态，驱动更高效的碳资源配置。

数字化双碳管理平台通过建立负荷预测模块，前瞻性配置资源，准确搭配园区可再生能源、储能容量，高效响应园区电、热、冷的需求，打通并连接园区各子系统，做到园区全数据“实时可管、趋势可测、数据可观、统一可控”，实现重点碳排放用户监测管理、零碳目标考核、园区碳减排能力评估及资源管理、双碳相关财政支出管理等功能，整体实现园区的碳排放和能源管理集约化、智慧化。

园区用户可借助数字化双碳管理平台，形成能耗及碳排放的采集、审核、分析的长效工作机制，了解自身能源使用及碳排放状态，直观展示节能减碳成果。结合自身发展现状与实际需求，个性化定制、调整能效和碳排放管理系统，实现节能减排管理工作的信息化、规范化、可持续化。同时，用户可运用平台内置模块，轻松实现碳盘查（隐形碳、运营碳、产品碳核算等）、碳资产管理（碳配额及履约管理核算、碳交易等）及科学碳目标（SBTi）管理。

在此之上，数字化双碳管理平台更可与智慧城市系统有机结合，加速产业结构调整、能源转型和数字化转型，形成协同零碳发展新模式。



全生命周期零碳实践方案

策划筹备阶段

制定总体目标

零碳园区的实践，首先应明确一个总体目标，即打造对标国际、全国领先的零碳园区，在省（市）内率先实现碳中和目标，起到示范引领、作用，撬动社会绿色转型。

建立工作机制

创新工作机制，鼓励政府、企业等多方主体共同参与打造零碳园区，形成多方合力，优化合作模式，实现互利共赢。成立专项领导和小组，形成多方协同的工作机制，实现统筹指导、高效对接、共享资源，打破既有边界，推进共商共建，持续指导和监督园区实践进程。

实施现状排摸

对于存量传统园区，通过建立数字化碳能管理平台，快速、精准、高效对园区碳排放进行核查，摸清碳排放家底。根据核查结果，对标零碳园区指标，发现差距、分析差距，综合园区基础及用户需求，着手策划筹备工作。

对于新建零碳园区，分析当地相关政策环境、行业发展方向，调研同类型典型园区，分析其难点痛点，开展现场勘探、风险评估、可行性研究等前期工作。

寻找合作伙伴

根据园区定位及产业属性，发展生态体系中具有行业标杆水准的战略合作伙伴，例如在零碳园区中扮演重要角色的新能源服务商、物流交通服务商、信息及科技服务商、资产服务运营商等，建立紧密的战略合作关系，产生良好的“化学反应”，持续为园区的建设运营及更新迭代提供优质的“贴身”服务。

完善配套支持

通过引入政府、社会等多方力量，配套零碳园区专项资金，支撑园区及用户持续迭代零碳转型进程。建立零碳园区绿色服务体系，面向园区客户提供咨询、检测、评估、认证、审计等双碳配套服务体系。加快人才培养，目标组建一批高水准的零碳发展人才队伍，为实现零碳园区目标保驾护航。

规划设计阶段

合理选址规划先行

在规划初期阶段，根据国家、地方、产业的政策环境，城市功能及园区定位，合理考虑园区选址。以ESG为核心，以未来园区用户需求为导向，结合国家及地方的“双碳”行动方案，兼顾发展、生产、生态及绿色，因地制宜，因环境制宜的前瞻性编制最具可行性的园区零碳顶层规划，建立分阶段的零碳目标、实施路径及保障措施。统筹规划产业集群、土地利用、智慧管理系统及园区三大用能领域，各领域间的协同作用，为后续阶段工作奠定基调。

普洛斯巴西物流园区



零碳设计能源核心

作为实现零碳目标的核心，园区能源规划集技术创新、量化指标为一体，强调“源网荷储”的相互协同，注重多种能源的互联互通，打造可靠的能源梯次利用体系，旨在构筑与城市和社区协调的高效、清洁、安全的综合能源供应体系。从园区规模、定位、要素资源出发，站在城市和社区的角度判断园区及用户的需求，以零碳排放为目标，以保障园区能源供应安全稳定为基本原则，合理规划设计园区综合零碳能源系统，为后阶段园区内各项经济社会活动零碳化超前布局。

针对园区特定属性及未来应用场景，纳入技术可行性、碳排放、经济性等因素，实行“一园一设计”，制定属地化、差异化、定制化、一体化的能源解决方案。在充分考虑宏观经济条件、能源资源条件、能源供给和能源需求的前提下，建立完整的园区能源模型。在此基础上，通过调整参数激发潜力、优化方案。运用合理化、科学化方法学，假设、预测、模拟园区未来应用情景，分析优化不同子场景的用能模式，协调不同子场景的用能需求，在各子场景间构建灵活互动的用能体系，从而实现各子场景用能模式共同优化，提高园区能源系统的总体效率。

投资建设阶段

投资作为零碳园区实践中最容易被大众忽略的环节，承担着园区发展源头活水、阶段性承上启下、至关重要的作用。零碳园区的建设更需多主体各阶段、各环节的协同落实。

● 绿色投资促进零碳转型

绿色投资，区别于传统的金融投资，以促进环境绩效、发展绿色产业为目标，对能够产生环境效益、降低环境成本与风险的客户进行投资。毫无疑问，园区的零碳实践，作为绿色产业的先驱者，更容易得到绿色资本的倾斜、获得投资者的青睐，盘活零碳园区资金流，进一步促进园区可持续发展。

● 零碳机制支撑绿色采购

零碳机制支撑绿色采购。园区建设，不可避免涉及大量采购工作。零碳园区应明确将绿色作为采购理念和主要原则，兼顾绿色低碳与经济效益，将低碳概念融贯穿采购全过程。制定绿色采购方案及绿色认证方案，设立绿色供应商库，对关键供应商实行碳排放准入机制。在保障园区建设质量的前提下，优先选择绿色产品、绿色原材料和绿色服务。宣导供应商在产品的设计、生产、包装、物流、使用及回收利用等各环节降低直接及间接碳排放，充分体现绿色元素。

● 智慧物流实现零碳运输

智慧物流实现低碳运输。关注园区基建建设所需的结构材料（水泥、钢材等）、复合材料（涂料、油漆等）等易耗品的交通工具种类、交通能效、运输量、运输频次。通过园区智慧化平台，合理配置资源，降低空载率和不合理客货运周转量，优先配置由清洁能源供能的运输方式，利用不同运输方式合理分工、有效衔接，形成绿色、集约、高效的运输模式，推动智慧零碳运力升级。

● 数智技术赋能绿色施工

数智技术赋能绿色施工。充分考虑环境保护、材料资源利用、水资源利用、能源利用、土地资源保护以及人力资源节约等因素。采用云计算与大数据技术优化设计材料结构，准确预估施工量，最大限度减少原材料采购，降低园区建设成本。优先选择绿色建材，降低隐形碳排放，间接保护环境。充分运用数字技术，高效施工，有效把控施工进度、降低设计不合理所导致的返工、减少管道碰撞，大幅度降低耗材使用，节约资源的同时间接降低碳排放。

运营迭代阶段

● 高效运维

基于数字化双碳管理平台，以科技手段打造“线上+线下”的全方位智慧化运维服务。线上，将多能源接入平台集中监视，直观呈现分布式能源的运行情况；将能耗数字化计量，实时感知用能安全情况、实时统计分析用能状况，及时发现能耗黑洞，全面掌握园区内的能耗、碳排放情况，实现在生产、传输、存储和消纳等环节的全程可视、智能管控和辅助决策。线下，基于平台的实时报警功能，对园区故障/事件快速反应、准确定位、优先自动化处理，提升故障/事件处理效率，最大程度降低维护人员出勤频次，减少人工成本。

● 精细服务

数据准确采集。通过物联网设备采集、各类系统的数据汇接等多种方式自动高效采集理想颗粒度的运营数据，摆脱人工收集汇总的海量工作，确保数据准确可靠。

计算轻松操作。基于用户所在行业及业务需求，灵活配置碳排系数、因子库、ESG等碳计算引擎，搭建准确且高适用性的核算方案，帮助用户零门槛上手，省去大量繁琐的中间计算过程。

体系灵活切换。打通园区数字化碳能管理平台与ISO14064、GHG Protocol及国内行业指南等多个核算体系，实现灵活选择、快速构建体系模板、根据需求切换核算体系。

结果一键导出。为碳核查、绿色建筑、ESG信息披露和评估评级提供一键数据匹配、结构化数据分析和导出、多终端多形式碳成果展示，了解自身碳排放状态，优化双碳路径，加速实现碳中和。

● 零碳迭代

对于存量传统园区，依托数字化双碳管理平台，根据定期碳核查结果，不断调整园区零碳转型方案。同时，园区可联合社会多方主体一同参与到投资及建设中，根据实际情况，参照低碳园区、近零碳园区、零碳园区的路径，不断升级迭代，实现经济势头稳定、多方互利共赢的绿色发展模式。

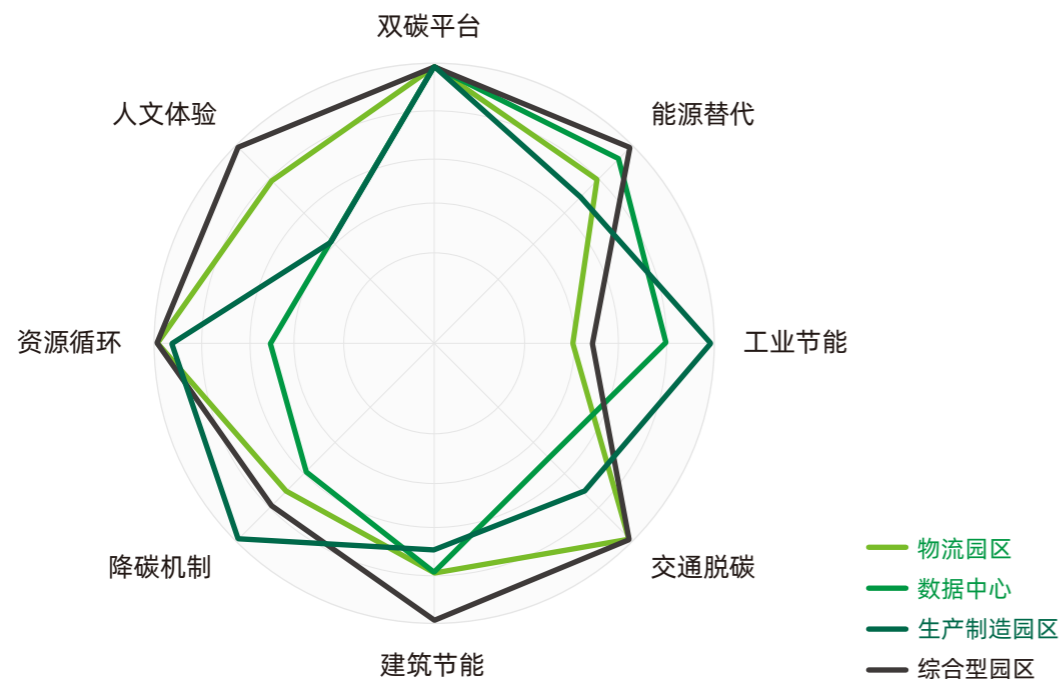
对于新建零碳园区，零碳目标的实现并非一劳永逸。随着空间布局、产业发展、能源结构、用能需求等要素的变化，各个环节和主体都需要根据符合发展需求的零碳理念不断创新迭代，并随着实践经验和

零碳园区典型场景

基于生产功能和排放特点，构建物流园区、数据中心、生产制造园区和综合型园区四类典型场景，并结合园区迭代路径中的八大关键举措进行零碳转型要点分析。

在四类典型场景中，不同举措对于园区零碳转型的影响权重如下图：

图6：零碳园区典型场景分析图



物流园区

物流园区是物流的可见载体，指在物流集中的地区、在几种运输方式衔接地，将多种物流设施和不同类型的物流企业在空间上集中布局的场所，也是一个有一定规模的和具备多种服务功能的物流企业的集结点。随着物流园区朝着单体规划大型化、经营主题多样化、功能集约综合化等趋势演变，相较于其他类型园区，其零碳排放场景的实践方案也应随其特征不断升级。

● 运输环节

典型物流园区有着大量车辆高频率出入园区的特征，车辆不仅在“驶入园区、分配月台、停靠、卸货、

装载、驶出园区”的内部环节，更在涉及陆运、航运、船运等多种运输方式的中长途运输环节中产生大量碳排放。

零碳物流园区应做到100%使用电驱动或氢燃料驱动的新能源运输车辆，实现园区内交通系统深度脱碳。同时，基于智慧化平台，合理安排园区行车路径；灵活高效调度月台，提高使用效率，减少车辆等候时间；足量安装快速充电桩及补氢站等基础设施；共设共享园区短驳交通工具，推动绿色物流与零碳交通高质量发展。同时，大力鼓励出入园区的大宗货物中长途运输“公转铁”、“公转水”，持续提升新能源货车在整体运输车辆中的占比，高效衔接各种运输方式，强烈推荐重载卡车、船舶运输优先使用电/生物质燃料/合成燃料等零碳燃料或 LNG 等清洁燃料。

● 仓储环节

加快物联网、云计算和大数据等技术手段赋能，进行物流仓储智能化改造，优化仓储设计，合理划分仓储区域，实现一仓多货主共享、越货作业、仓储数据化显示、无人操作、智能实时调度，共享运力。奉行绿色仓储，使用高效节能设备，提升货物流通效率，减少仓储空置率，实现仓储环节降能耗、减排放、增效益。

● 包装环节

部分物流园区可能涉及大量包装物、废弃物的使用或处置。为同步实现包装绿色转型和污染物治理的目标，零碳物流园区应避免过度包装、减少二次包装、使用新型环保或可循环包装材料，引入末端回收体系，形成贯穿包装使用、回收、处置的绿色循环应用模式及全链条治理长效机制。

值得一提的是，冷链型物流园区，随着居民消费结构不断升级，冷链物流产业的年增长率逐年攀升（15%~20%），使用需求持续走高；而其却面临着预冷、转运、仓储和配送的多环节能耗高、碳排放高、不同类别商品存储温度各异等痛点，导致规模扩张和碳排放控制的矛盾日益突出。

在此背景下，冷链型物流园区的零碳实践更为迫切。园区内，应聚焦仓储环节，优化冷库设计，提升冷链基础设施配置，使用高效节能的制冷设施，借助智慧化平台，对冷冻区、冷藏区、阴凉库、恒温库等多分区实施精准调控，对能耗进行实时可视化监测，有效降低能耗，减少碳排放。园区外，应关注转运环节，优化冷链物流网络，配置多温层、新能源冷链运输车辆，实现冷链物流全过程降碳目标。



普洛斯在英国的Magnitude 314仓库

Magnitude 314仓库位于英国米尔顿·凯恩斯Magna Park，该项目已给当地社区创造了超过480万英镑的社会和经济价值。

资源循环：采购天然未处理的木材，创造有利于舒缓压力的工作环境；同时在混凝土中使用磨细高炉矿渣（GGBS）来替代水泥，降低混凝土的隐含碳排放，并尽可能减少施工现场外的泥土运输。

能源替代：采用光伏和太阳能，缩减成本并减少碳排放。

建筑节能：同时，在所有人工照明系统中全部使用LED灯，并使用分析技术来监控照明系统，降低成本、改进工地的环境影响，安装智能电表来监控能源。

人文体验：采购当地景观绿植、种植当地树木品种，并尽可能部署蜂巢来协助绿植授粉，以此促进生物多样性。



上海普洛斯宝山物流园

普洛斯宝山物流园总建筑面积24.3万平方米，获得美国绿色建筑评估标准体系LEEDv4.1 O+M: EB (既有建筑运营与维护) 铂金级认证，是国内获此认证中体量最大的综合物流园。

双碳平台：通过自开发的海纳碳管理平台，实时跟踪分析园区运营碳排放，实现全面碳管理。

能源替代：配置屋顶分布式光伏、储能和充电设施。园区屋顶光伏每年产生约2,750兆瓦时绿电，可减少2,176吨碳排放。

建筑节能：安装智慧路灯系统，实现最优的照明状态和节能效果，利用屋顶天窗自然采光照明，并采用LED照明设施，相较传统白炽灯能耗水平降低50-60%。

交通脱碳：新能源充电桩全年可减少36.9吨碳排放，满足26万公里绿色交通旅程。

智慧预约入园、自动导引到月台，减少车辆及仓库运营环节的碳排放。

向租户推行新能源商用车使用，配备新能源车辆充电站，减少园区车辆运输环节碳排放。

降碳机制：营造“花园式物流园区”环境，绿植覆盖面积达3.1万平米，全年吸收约45吨碳排放。

人文体验：倡导员工采用绿色通勤方式，并配备电动车充电装置、非机动车专用停放区域等，已获得超85%员工响应。

数据中心

数据中心，作为新型基础设施的典型代表，已成为各行业信息系统运行的物理载体，是支撑未来经济社会发展的战略资源和公共基础设施，也是关系新型基础设施节能降耗及碳排放的最关键环节。数据中心建设规模不断扩大，导致能耗总量逐渐攀升。近年来，“双碳”战略持续深化，对数据中心绿色水平更是提出了更高的要求。因此，数据中心的实践应具备一套绿色高效、技术创新的综合解决方案，在确保网络数据安全的前提下，持续开展零碳转型进程。

● 用能环节

数据中心的综合能耗总量较大，因此园区对能源的使用，在零碳实践中起到了至关重要的作用。零碳数据中心应坚持集约化、绿色化、智能化实践，通过选用高效设备/技术、合理布局输配电管路、规模化余热回收等手段，实现绿色节能创新，单个计算实例能耗强度下降，总体能效水平不断优化，算力与算效稳步提升，PUE降至1.2左右，规划、设计和运营阶段均达到绿色低碳等级4A及以上水平。

● 供能环节

数据中心应充分考虑选址因素，因地制宜，因时制宜，立足数据中心站址当地资源禀赋，合理部署分布式可再生能源，就近建设、就近消纳，通过自建拉专线或双边交易，提升数据中心绿色电能使用水平，促进可再生能源就近消纳。在充分建设可再生能源的基础上，结合储能、氢能等辅助技术，开展能源管理，持续提升可再生能源在数据中心能源供应体系中的占比。推广模块化氢电池和太阳能板房等在数据中心边缘的规模化应用。

● 运营环节

数据中心的运营对园区、相关人员的服务能力都有着极高的要求。园区应持续提升运维管理能力，建立相应的运营管控平台，对PUE做出精准测算；基于CFD等模拟工具，进行温度场模拟，精准控制机房室温；开展算力与算法、数据、应用资源的一体化协同创新。对基础网络、数据中心、云平台、数据和应用建立安全保障，提高大数据安全可靠水平。提升客户服务水准，加强对个人隐私等敏感信息的保护，确保基础设施和数据的安全。此外，借助第三方行业组织和机构，开展人才培养，持续提高数据中心技术和运维人员总体水平。



普洛斯常熟东南数据中心

普洛斯常熟东南数据中心位于常熟高新区，建筑总面积逾15万平方米，项目全部交付完成后IT负载预计达到120兆瓦，可以为超过30万台服务器提供设施和增值服务。

双碳平台：基于自研的数据中心基础设施管理系统，对数据中心各子系统进行实时监控，进行全方位的智能化管理，以提升数据中心运营效率，降低碳排放，不断提升能源利用效率(PUE)。

能源替代：配备屋顶光伏发电系统，同时减少太阳直射屋顶面积，降低库内温度，减少电能损耗。

建筑节能：采用多系统预制化系统技术，对冷站、管路和热通道进行模块拆分、工厂预制化及现场拼装建设。缩短数据中心建设周期，减少施工阶段产生的建筑能耗。

工业节能：选用高性能、高效服务器以及80PLUS认证铂金级服务器电源，同时结合冷板式液冷技术，综合节能效果达到30%-40%。选择高效高压冷水机组和低功率冷却塔，同时采用间接蒸发冷却、高水温风墙等技术，不断提高制冷效率。供配电环节，普洛斯常熟东南数据中心采用高压直流技术，系统节能达20%。

生产制造园区

生产制造园区是工业化和城市化发展的关键载体，承担着产业聚集和设施共享的重要任务。其中，工业园区二氧化碳排放量在全国高达30%以上，主要来自与生产制造相关的能源利用环节，且能源消费品种多样，能源结构复杂多变。生产制造园区的零碳转型，既是区域创新绿色发展的外部要求，同时也是园区高质量发展的内部需求。

生产制造环节

生产制造是园区内的主要碳排放源，且用能规模大，耗能强度高。在园区内部优化产业结构，合理降低高耗能产业比例，支持绿色低碳产业发展。加大能效水平提升力度，研发应用绿色创新技术降低高耗能产业的碳排放强度。对相关的生产线条基础设施进行改造升级，通过对用能设施的节能技改提高控排水平。挖掘园区减排与产业发展的共生潜力，回收利用工业生产副产物和工业废物，从源头、过程和末端充分减排。加强园区绿色制造体系建设，产品的全生命周期综合考虑经济效益、环境效益和社会效益。

能源利用环节

能源结构的优化需从供能和用能两端进行考虑。生产制造园区能源供给可通过光伏、风机等设备充分利用光能、风能、氢能、生物质能等清洁能源，提升储能技术水平，提高清洁能源的使用比例。充分利用工业余热、生活垃圾与污泥、煤矸石、工业固废等能源资源，提升能源二次利用水平。对基础化石能源的转化利用过程提高生产效率，通过技术创新和工艺升级降低过程碳排放，促进化石能源的清洁高效利用。大力发展分布式综合能源系统，提升能源系统的协调管控水平，打造智能微网。园区内能源需求侧大规模落实电气化要求，打造以新能源为主体的新型用电系统。推广数字化管理模式，建设智慧能源管理平台，实现实时监控、数据存储、安全维护、优化调度、灵活评估等动态功能，综合提高园区用能效率。

负碳控制环节

基于生产制造园区碳排放量大、减排控制力度有限等特征，需综合考虑碳捕集、利用与封存技术（CCUS）进行负碳控制。在园区合理规划CCUS管网布局和配套设施建设，加强核心技术攻关，加快推动CCUS技术的产业化和规模化利用，助力生产制造园区零碳转型。



上海花王制造园区

上海花王制造园区位于上海闵行区，占地面积约为13.5万平方米，获得上海市2021年度示范型零碳示范单位（第一批）认证。

双碳平台：基于综合能源智慧管理中心，对园区能源消耗情况进行数字化、精细化管理。通过系统数据参数优化，持续提升能效与系统优化，显现节能效益。

能源替代：充分利用园区厂房屋顶空间，配置光伏发电系统，实现光伏发电自发自用，降低园区能源费用支出，减少碳排放总量。

工业节能：使用先进工艺及设备，工艺流水线及专用设备成套布置，紧密合理衔接，降低能源与资源消耗。持续开展一系列节能降碳项目，例如变压器设备更新、加工机高压风机改造及压缩空气管路改造等，实现单位产品综合能耗和万元产值综合综合能耗持续下降。

资源循环：制定回收利用率指标和最终废弃物处理率指标，对废弃物的最终去向进行持续追踪，致力于废弃物的持续循环利用。

降碳机制：在做到应减尽减的基础上，通过购买I-REC证书、VCS等方式进行碳抵消，实现阶段性零碳目标。

综合园区

综合型园区包括市政、医院、校园、居民社区和商业综合体等城市建筑单元，具有办公、医疗、教育、居住等综合性社会功能，是连接个体、家庭和社会的重要枢纽。综合型园区的用能结构以电力和燃油燃气为主，较大程度上依赖外部能源供给和用能设备基础条件。碳排放主要集中在建筑和交通两大方面，无高排放的生产活动。同时，内部个体行为也会在整体上影响综合型园区排放，且与政策引导和社会氛围密切相关。

● 建筑运营环节

提高建筑全生命周期运营标准，通过BIM等智慧化手段对建筑的规划设计进行全局优化，深度融合绿色低碳理念，从源头奠定零碳发展基础。建设环节就地选用环保材料，通过新型低碳混凝土、绿色涂料、可再生建材等打造建筑内外部结构。提高建筑用能的电气化和清洁化水平，充分利用屋顶光伏、风能、地热能、等清洁能源，降低碳排放量。建筑楼宇内部设备提标降耗，普及LED照明、冷热源智慧自控、分项计量、智能电表监控等节能技改措施，协同主动式、被动式建筑技术，提高能源和资源的利用效率。打造建筑智慧管理系统，动态监测能源和资源利用情况，深入挖掘建筑节能减排潜力，以数智化手段实现建筑高效运营。全方面提升建筑运营水平，全链条贯通绿色低碳发展理念，开展LEED、WELL、BREEAM等全球绿色建筑认证和可持续建筑认证。

● 交通出行环节

园区内的接驳交通和通勤交通是主要的移动排放源，提高新能源汽车占比，推动交通系统电气化，有助于降低园区对传统燃油的依赖程度。同时，合理配置新能源汽车充电基础设施，优化布局充电桩、充电站等服务网络。积极探索氢燃料电池在园区内的实践应用，提高交通系统清洁化水平。

● 社区服务环节

个体是综合型园区零碳发展的关键部分，个体的低碳行为和园区整体的零碳转型相辅相成。加快绿色公共基础设施的推广普及，加强可持续发展理念的宣传引导，培养低碳生活习惯和绿色消费意识，实现零碳发展自上而下的渗透。同时，丰富低碳服务，积极开展碳普惠、低碳赛事、低碳主题活动等可全民参与的社会活动，强化个体主观低碳驱动力，赋能园区零碳建设。

2021年7月，首届中国碳中和图谱及零碳城市峰会上，由多方共同发起“百城千企零碳行动”，旨在共建零碳园区、零碳产业集群和零碳城市。可见，零碳园区的实践更应起到以点带面的作用，进一步推动行业发展，助力全国园区整体零碳化转型，形成零碳建设新格局。

多方主体应充分总结零碳园区的实践经验，分析归纳，对于已有场景：推广复制优秀项目、示范场景，做大规模，持续规模推广，形成示范集群的效果，实现1N的效果；对于新场景：发展新业态、丰富新场景，创新新理念，创造新形式，持续开拓新场景，并推广复制，实现01N的效果。



西安环普国际科技园

西安环普国际科技园位于西安高新区丝路软件城板块核心区域，分一期、二期、三期进行开发，总建筑面积为46万平方米。园区集聚产业链上下游，以物理空间、政府支持、资本市场为服务对接口，配合独特的Campus理念和丰富的园区配套，为高知创新人才构建工作、生活、娱乐、社交于一体的科技研发及商务办公社区，持续为西北地区高科技发展提供动能。

双碳平台：配置碳平台和ESG大屏。

能源替代：搭建太阳能屋顶光伏发电站，规划建设了储能电站，其中光伏电站装机容量0.82兆瓦，占公区总用电量10.5%。

资源循环：搭建中水管网，引入中水用于卫生间、公共区地面清洗及绿植浇灌。

西安环普国际科技园作为西北地区首屈一指的科技研发园区和西安市“十二五”、“十三五”重点建设项目，已入驻130余家软件和信息技术服务类企业。其中，中国软件百强企业10余家：软通动力、海康威视等；华为配套企业10余家：思特沃克、诚迈科技、歌尔泰克软件等；其它国内外知名企业：施耐德电气、横河电机、艾宾信息、奥博杰天、特锐德西安研发中心、芯派科技、中科芯集成电路有限公司等。

第四章 零碳园区发展展望



创新发展零碳园区新技术

园区的零碳转型是一个科学的动态过程，随着零碳技术的更新迭代而持续进步优化。在全球气候变化的压力下，零碳新技术不断催生，技术应用场景将逐渐丰富，零碳转型成本将日渐降低。从长远的眼光展望，零碳技术的成熟与创新将给零碳园区的发展带来更多的潜力。

通过探索园区的园区建设新材料、能源供给新模式、能源消费新选择、负碳治理新技术、智慧管理新手段，园区的全生命周期建设和运营管理水平都将迎来突破性的发展机遇。园区可协同产学研用各方力量，提升创新技术的研发、转化、应用、推广机制，发挥平台作用，携手上下游共同推动零碳园区新技术孵化。”

园区建设新材料

根据中国建筑节能协会研究数据，全国建筑全过程碳排放中，约55.2%的碳排放量来自建材生产环节，约42.8%来自建筑运行环节，实际施工阶段的碳排放占比仅有2%。要实现园区建设阶段的减碳甚至零碳，需要围绕园区建设建材进行低碳技术创新，并研究配套的结构体系和建造方式。建材低碳技术的创新发展对零碳园区建设具有极大的减排固碳价值，固结工业烟气废气的混凝土固碳技术、可强化温室气体吸收效果的混凝土添加剂技术、生产过程清洁低碳的镁质水泥、混凝土新型凝胶材料以及低碳保温材料，都具有一定的低碳性或负碳性，有助于园区从基础建设角度成为固碳的载体。目前，基于建材创新低碳技术的应用成本和技术难度，负碳性建材尚处于研究实践阶段，未在园区建设中全面推广应用，而随着技术的逐渐成熟，将在零碳园区的建设阶段具备规模化应用潜力。

能源供给新模式



能源是园区运行的重要引擎，零碳园区实践需要通过前沿能源技术实现能源结构的清洁化转型。零碳能源技术是园区零碳化发展的重要突破口，须从产能、储能、输送和用能等多角度进行脱碳深化。随着社会各行各业的电气化转型需求升级，光电、风电、水电、生物质电力、核电等清洁能源电力产业链已具备一定的市场影响力，是主要的零碳能源发展方向，零碳园区有望通过BIPV、光储直柔等先进技术成为绿色电力生产、消费和储存调节三位一体的综合平台。绿色电力可同步带动零碳热源发展，通过电动热泵实现电力高效供热，逐步实现供热环节的低碳替代。氢能作为目前炙手可热的绿色能源产业，可与炼化、煤化工等高排放行业进行产业耦合，未来可利用城市固废、生物质等材料进行技术创新，打通固态储氢和有机液态储氢等新兴储氢路径，构建高效率、低成本、低能耗的氢能绿色产业链。能源的空间布局方面，根据园区的功能定位和空间覆盖，焚烧生活垃圾发展热电联产，推广屋顶太阳能或小型风电机等分布式光伏和风电，打造园区“垃圾-风-光”智能化微电网，充分利用园区条件，实现可再生能源的就地消纳，深度挖掘园区零碳能源潜

力。受零碳能源供给间歇性和不可预测性等因素的限制，多能源互补和能源的综合利用将在未来获得更多的关注。目前，零碳能源供给尚处于研究探索阶段，在技术可靠性、应用成本和配套设施方面都具有一定的局限性。然而，随着社会对零碳能源需求的不断提升，相关的技术体系和工程系统将发展出可观的市场优势和经济价值。

能源消费新选择

园区能源消费侧的零碳转型现阶段主要集中在园区建筑、产业和物流交通等领域的全面电气化发展和清洁能源替代，创新型零碳技术的逐步成熟将为能源消费侧转型带来更多机遇。园区建筑可通过机器学习、人工智能、物联网和5G等智慧化手段推动前端零碳设计和建筑系统的智能化升级，实现电气系统的最优启停、变频控制，提高建筑和设备的综合能效水平；园区产业可在工业互联网的联结支撑下，网络集成前沿节能减排技术，根据系统间的耦合交织关系，完善能流、物流组织拓扑图，识别工艺过程关键节点，持续优化产业技术路线，推动产业动态绿色升级；物流交通方面，有望全面普及绿色低碳交通工具，重点突破氢能燃料电池在经济性和实用性上的应用难点，关注新型纳米铂催化剂、质子交换膜燃料电池、固体氧化物燃料电池复合电极等前沿材料的研究动态，同时支撑超微型电动汽车和多类型混合动力汽车的创新发展，配套电磁感应式和无线电波式充电桩的协同应用，助力园区物流交通系统的零碳可持续发展。

负碳治理新技术

碳捕集、利用和封存（CCUS）和生态碳汇是末端深度减排和应对气候变化的重要途径，也是负碳技术两大关键发展方向。目前，CCUS技术尚处于研发和示范阶段，在实际项目应用中存在一定的技术壁垒，且成本较高，缺乏大规模全流程的示范案例，需要长期的沉淀发展。在“双碳”目标的推动下，CCUS技术体系将通过研究新型捕集材料、优化捕集分离设备、探索富氧燃烧技术和空气直接捕集技术、可再生合成燃料技术等方式进一步完善，降低过程能耗和成本，充分释放CCUS技术的减排潜力和商业价值。碳汇技术作为重要的负碳技术，能够实现生态固碳，发展潜力巨大。未来，林业碳汇、海洋碳汇、土壤碳汇等将在碳储技术基础上充分融合自然资源，最大限度挖掘生态环节的减排潜力，并创造更多的经济价值。

智慧管理新手段

园区的零碳转型需要全过程的智慧化、精细化管理，运用前沿数字科技手段，加强公共基础设施、能源技术服务、物流仓储等功能平台的“一站式”服务建设，实现能源资源的耦合利用和智慧管理、能效水平的综合监控和动态优化、零碳转型的定制化服务和社会推广，深化园区零碳内涵。未来，人工智能、物联网、5G、区块链技术以及AR技术将对目前已开展应用的建筑设备管理系统、通信自动化系统、物流仓储系统进一步升级优化，以数智手段加速零碳园区高效管理进程。

智慧引领零碳园区新生态

零碳园区不是零碳孤岛，在推动产业链和自身区域绿色发展的同时，有必要作为关键枢纽在企业、园区、城市、区域等不同层面互联互通，上承低碳省市、下牵低碳企业，内通零碳产业、外联零碳园区，综合考虑环境、社会、产业和经济之间的强相关性，深入打造有零碳辐射性的微观基础单元和有绿色影响力的宏观空间载体。

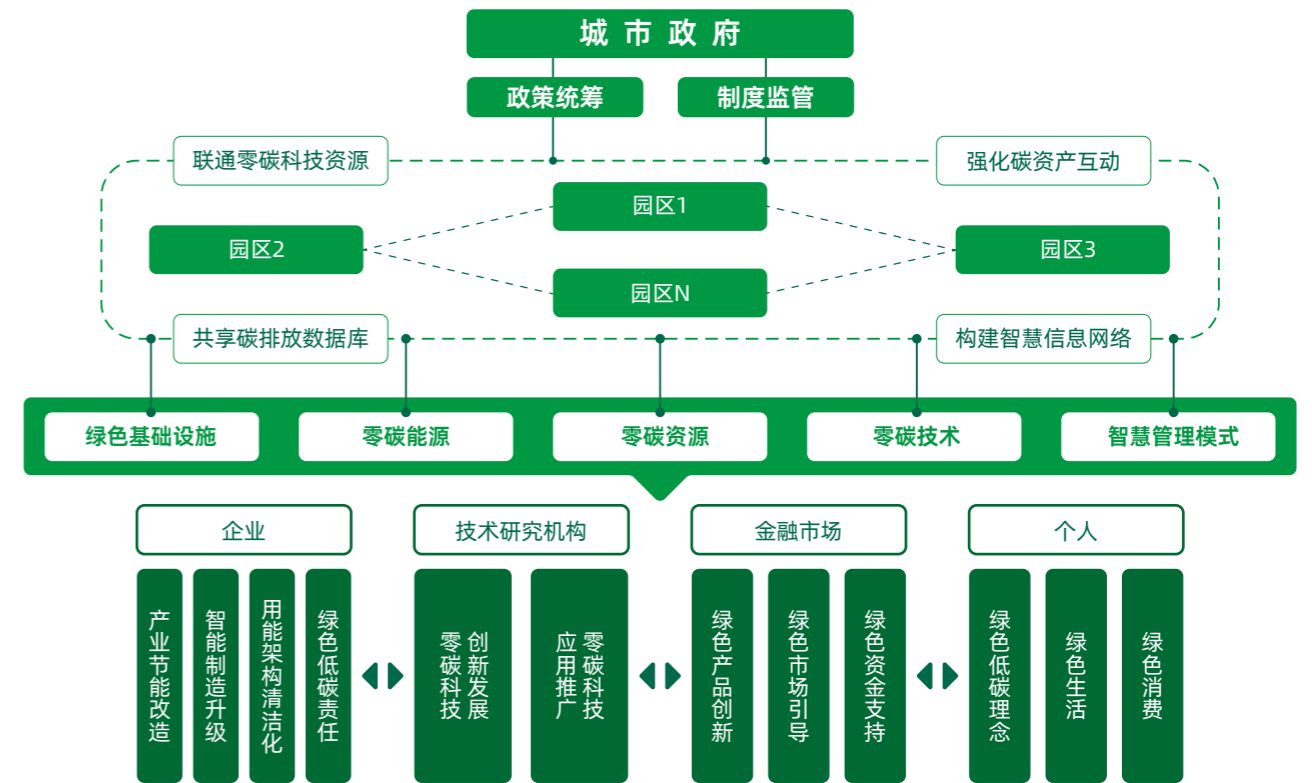
纵向上，园区的零碳生态将积极响应全球气候行动、推动落实国家双碳目标、助力深化城市绿色规划、深化刺激绿色金融市场发展、创新驱动企业零碳转型、绿色引领社区低碳践行。在至上而下的零碳生态的影响下，城市、园区、企业、机构和个人都将实现绿色化，并从中获得物质和精神上的双重激励，完成从“接受者”、“执行者”向“监管者”、“推动者”的角色转换。其中，城市政府在园区实践的基础上，提供顶层政策统筹和制度监管；园区作为宏观制度和微观企业的关键枢纽，将结合产业特征贯通绿色发展模式，提供绿色基础设施、零碳能源、零碳资源、零碳技术以及智慧化的管理模式，打造开放创新的运营平台，引导企业高质量发展；企业在园区的零碳生态链上，充分利用园区在信息、技术、资源等方面的整合优势，加快产业节能改造和智能制造升级，构建清洁化的用能结构，互相借鉴成功的绿色发展模式，践行企业绿色低碳责任，实现全链条的合作共赢；行业协会、研究所、高校等技术研究机构在政策、园区和企业需求的推动下，将全面深化零碳科技在产业应用和市场推广的价值，加快降低零碳技术成本，创新攻克大规模应用难关，形成稳定的产学研合作

互动模式；金融市场和金融机构将发挥市场引导和支持作用，提供绿色投融资、绿色信贷、绿色信托、绿色基金、绿色PPP等绿色金融产品，激活零碳园区资金流，促进园区可持续发展；个人层面，深植绿色低碳理念，自觉开展绿色生活，形成绿色消费习惯，主动参与、积极推进绿色社会和绿色市场发展。

横向上，扩大合作园区“朋友圈”，加强园区层面的交流与合作，构建智慧信息网络，联通零碳科技资源，共享碳排放数据库，强化碳资产互动，形成多园区合作共生的零碳未来。从内而外逐渐放开共享网络，

逐层破解信息茧房。加强园区间既有合作伙伴的交流，先行构建互动网络，中小范围探索资源共享运行模式，内部园区间合理调度碳排放量，取长补短，实现小规模整体碳中和目标；逐步辐射城市、省市、国家园区，协同打造多中心、分布式的大型园区交互网络，信息资源动态共享，精细化零碳管理高效升级，优化调控园区间物质流、能流、碳流的流动代谢，稳步实现宏观层面智慧零碳转型。

图8：零碳园区生态链架构图



加快构建零碳园区新格局

打通与国内外低碳园区的零碳转型沟通渠道，破除先进示范园区之间的信息壁垒，在零碳技术研发应用、碳管理制度、碳交易机制和园区智慧运营模式等方面相互支持，积极借鉴基础实践的成功经验和发展模式，根据自身的地域特征、经济结构、资源禀赋和技术潜力，设计具有自身特色的零碳园区发展路径，将前沿技术和创新制度合理化、本土化、可推广化。综合应用大数据、5G、AR等信息技术，和全球园区合作伙伴共享零碳园区动态发展目标，跟踪园区先进管理模式和发展瓶颈，模拟零碳转型趋势下园区的多元化场景，实现试点零碳园区建设、运营、优化等虚拟过程信息的可视化呈现，直观展现零碳园区的动态升级过程，提供多情景供园区运营方统筹考虑，推广零碳园区的减排效益和经济价值，以数智手段牵引全球园区绿色可持续发展。

积极探索园区的零碳升级路径，以产业聚集地的微观缩影反馈宏观低碳城市。通过园区平台探索零碳发展模式，率先应用前沿零碳技术，试点智慧零碳管理体系，为城市乃至国家的绿色低碳未来塑造多样化模型，以多维度反映零碳路径切实效益，以多试点强化零碳技术成熟度，以多模式验证零碳发展可行性。从小到大，由点到面，先行孵化零碳园区创新模式，全位激活区域零碳动力，充分联动城市绿色主体，赋能助推国家低碳网络，提高全球低碳发展话语权，锁定国际绿色能源和绿色技术核心竞争力。

参考文献

- 《气候风险与应对》：麦肯锡全球研究院，2020
- 《气候变化2021：物理科学基础》：联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC），2021
- 《2021年全球能源综述》：国际能源署（IEA），2021
- 《零碳智慧园区白皮书》：信标委，2022
- 《世界能源统计年鉴(第70版)》：英国石油公司，2021
- 《中国环境管理》：清华大学环境学院，2022
- 《电气碳中和白皮书》：ABB，2021
- 《综合类产业园建筑设计专题研究》：建筑与预算，2021
- 《工业互联网碳达峰碳中和园区指南（2021）》：工业互联网产业联盟，2021
- 《我国海外园区的全球空间布局及其网络联系》：青岛科技大学学报(社会科学版)，2021



知识星球文献下载

【小吴和干智慧城市的朋友们】



下载步骤（一）

- 1、请使用京东APP
- 2、自行采购一台任何品牌的台式或便携式电脑；
- 3、安装WIN10操作系统；
- 4、安装微信PC版。
- 5、登录微信

下载：<https://pc.weixin.qq.com/>

苹果Mac操作系统同本指南

下载：<https://mac.weixin.qq.com/>



下载步骤 (二)

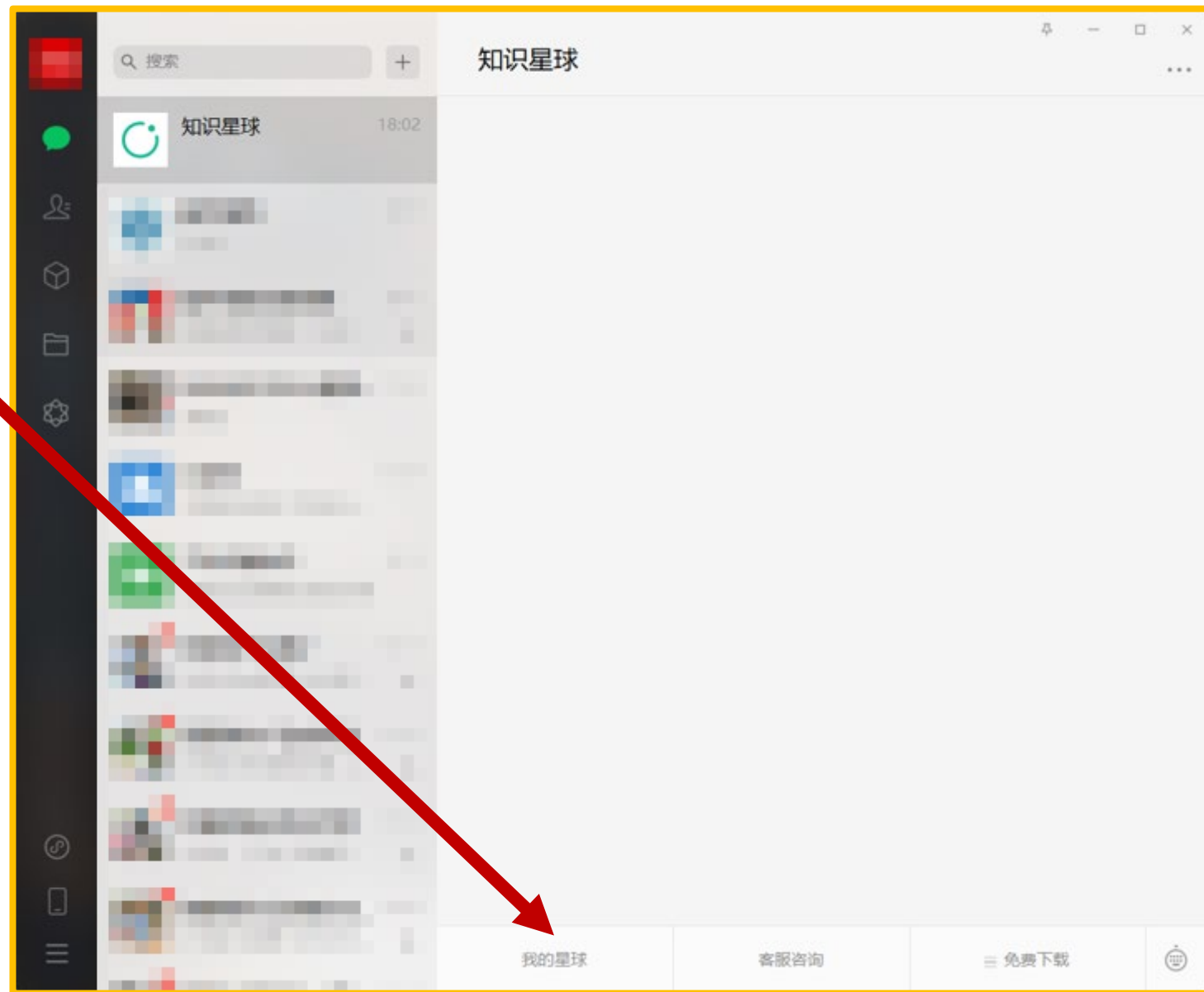
1. 如图所示

2. 去掉勾选



下载步骤 (三)

1.如图所示，进入知识星球



下载步骤 (四)

1.如图所示，进入主题

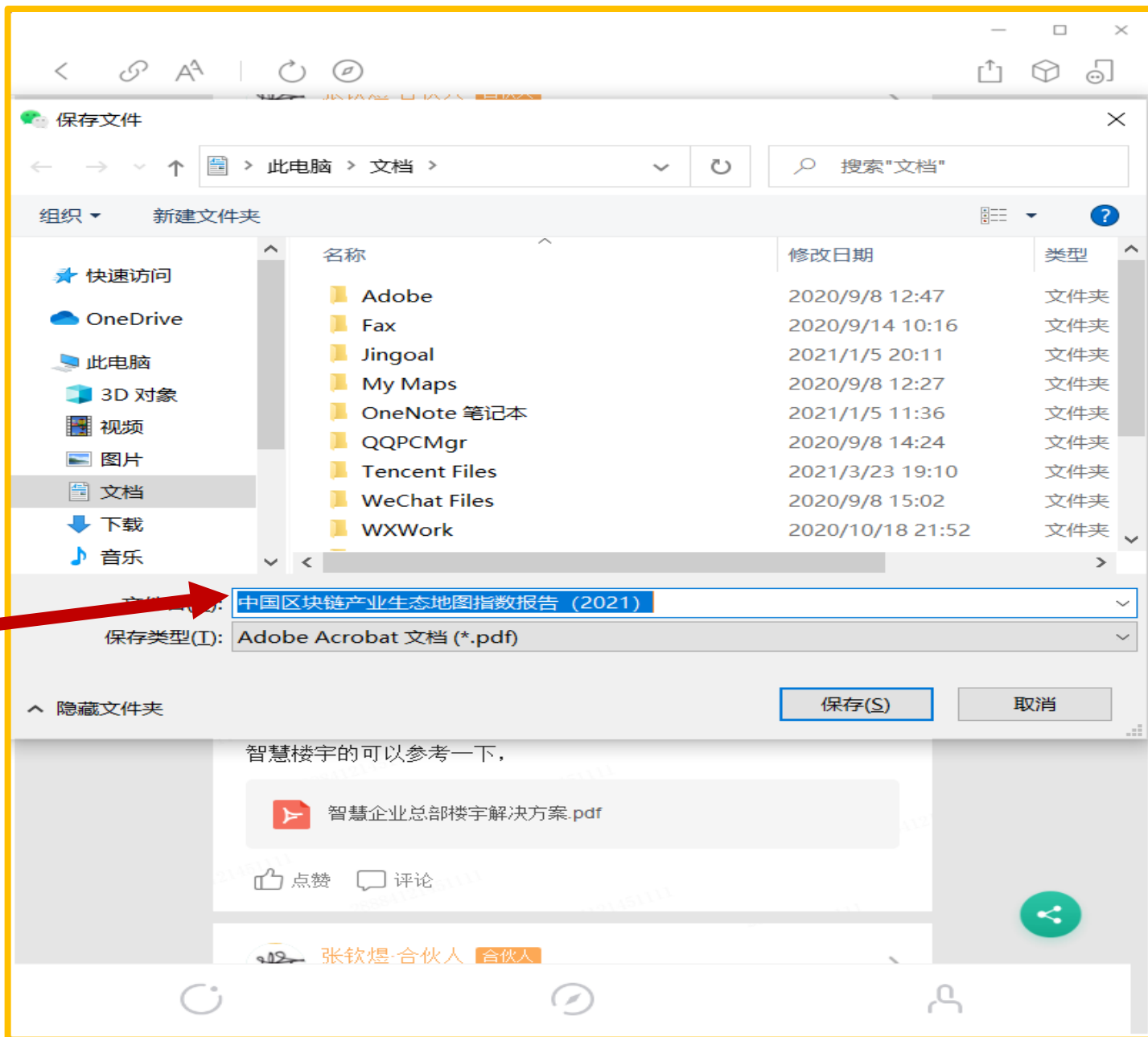
2.点击附件



下载步骤 (五)

1.如图所示, 自动下载

2.点击保存



其它注意

1. 刚加入的请注意，受系统规则约束，三天以前的文献/主题您可能无法查看/下载，请在【主题】留言，@客服协助您；
2. 请检查您的微信账号是否可以正常使用；
3. 请检查您的微信Win10/Mac版，是否可以正常使用。

【免责声明】

本星球【**小吴和干智慧城市的朋友们**】内的资源均通过互联网等公开合法渠道获取的资料，该资料仅作为阅读交流使用，并无任何商业目的。其版权归作者或出版社所有，本星球不对所涉及的版权问题承担法律责任。若版权方、出版社认为本星球侵权，请立即通知本星球删除。本星球**入驻会员费**，是本星球收集整理加工该资料以及整理资料运营所必须的费用支付，资料索取者（客户）尊重版权方的知识产权，支持版权方和出版社。谢谢!!

【读者需知】本星球提供素材仅供学习参考，请勿用于商业用途，由此引起的一切后果均与本星球无关，祝您工作学习愉快!!

