

碳中和先行示范区

定义、规划方法与案例研究





关于落基山研究所(RMI)/关于能源基金会

落基山研究所(RMI), 是一家于1982年创立的专业、独立、以市场为导向的智库。我们与政府部门、企业、科研机构及创业者协作, 推动全球能源变革, 以创造清洁、安全、繁荣的低碳未来。落基山研究所致力于借助经济可行的市场化手段, 加速能效提升, 推动可再生能源取代化石燃料的能源结构转变。落基山研究所在北京、美国科罗拉多州巴索尔特和博尔德、纽约市、加州奥克兰及华盛顿特区设有办事处。

能源基金会是在美国加利福尼亚州注册的专业性非营利公益慈善组织, 我们的愿景是通过推进可持续能源促进中国和世界的繁荣发展和气候安全。作为再捐资者、协调推进者和战略建议者, 我们致力于通过推动能源转型和优化经济结构, 促进中国和世界完成气候中和, 达到世界领先标准的空气质量, 落实人人享有用能权利, 实现绿色经济增长。

免责声明

- 若无特别声明, 报告中陈述的观点仅代表作者个人意见, 不代表能源基金会的观点。能源基金会不保证本报告中信息及数据的准确性, 不对任何人使用本报告引起的后果承担责任。
- 凡提及某些公司、产品及服务时, 并不意味着它们已为能源基金会所认可或推荐, 或优于未提及的其他类似公司、产品及服务。

作者与鸣谢

关于作者

郝一涵、李婷、王广煦、王萌

作者姓名按姓氏首字母顺序排列。除非另有说明，所有作者均来自落基山研究所。

联系方式

王萌, mwang@rmi.org

版权与引用

郝一涵, 李婷, 王广煦, 王萌, 碳中和先行示范区——定义、规划方法与案例研究, 落基山研究所, 2023年3月, <https://rmi.org.cn/insights>

致谢

本研究由落基山研究所统筹撰写, 由能源基金会提供资金支持。本研究是【能源基金会低碳城市项目组下的课题: 宁波梅山碳中和示范区研究项目】。

在本项目研究过程中, 研究团队得到了【合作机构: 宁波经济技术开发区】的大力支持, 在此向他们表示诚挚感谢。

目录

前言.....	5
碳中和先行示范区定义.....	6
碳中和先行示范区规划方法.....	9
梅山碳中和先行示范区案例研究.....	13
展望.....	21
附录.....	23
参考文献.....	25

前言

园区在中国经济发展中具有重要地位和价值，对碳中和园区的探索与创新是落实国家“双碳”目标的重要抓手之一。在政策方面，国务院《碳达峰碳中和工作意见》中提出开展碳达峰、碳中和先行示范；《2030年前碳达峰行动方案》提出选择100个碳达峰试点建设。这些政策延续了中国自2010年以来开展的低碳城市试点工作，形成了全方位的双碳试点体系。在市场方面，碳中和园区成为能源企业、互联网企业、投资咨询机构等的业务重点，其建设与发展催生出对人才、技术、投资的巨大需求。根据落基山研究所估算，碳中和园区将为中国碳中和目标贡献至少15%的减排量，并带来约30万亿的投资需求。

落基山研究所长期聚焦碳中和/零碳园区的研究，在理论探索及实践案例方面具有众多积累。在国际上，2014年完成了美国匹兹堡Almono项目的零能耗规划，助力其成为当时美国最大的零碳园区。2016年发布了《零碳城市手册》，梳理了全球多个地区多个城市最简洁直接且行之有效的零碳政策，形成政策库。在中国，从2016年起开展近零碳排放示范工程相关研究，并于2017年开始深度参与梅山近零碳排放示范区的试点工作，助力梅山成为国家级近零碳排放示范工程，达到国际领先水平。基于梅山等实践经验，发布了《近零碳排放区政策路线图与案例分析》《全口径零排放示范》《以零碳为目标的综合能源规划》《零碳园区综合解决方案》等报告。

宁波梅山是我们深入参与的零碳园区最佳实践之一。梅山利用其港区泊位优势，在保税港区集聚物流、贸易等港口服务业，并发展出科技、文化、旅游等城市功能，发展成为以梅山岛为核心的“港-产-城”典型园区。2017年，梅山成为浙江省参与国家一带一路和长江经济带战略的前沿阵地，通过打造国际领先的近零碳排放示范区，使绿色低碳发展成为园区新名片，实现经济高质量发展和生态文明高水平建设协同并进。2021年，在能源基金会的支持下，我们开展了梅山碳中和示范区研究项目，助力梅山进一步从近零碳迈向碳中和，并为更大区域的碳中和贡献力量。

碳中和/零碳园区种类及功能多样，零碳化工园区、零碳物流园区、零碳农创园、零碳数据中心等是目前各地正在规划及建设的零碳园区类型，在核心产业类型、绿色资源优势、用能排放特征等方面都有明显的不同，但碳中和都将为他们带来全方位的颠覆性改变，使其取得更亮眼的经济效益和产业发展。未来，落基山研究所将同合作伙伴一起深耕不同类型的碳中和园区，共同打造最佳实践，加速创新进程，使碳中和成为园区发展的新引擎，并助力更大范围的零碳经济发展。

碳中和先行示范区定义

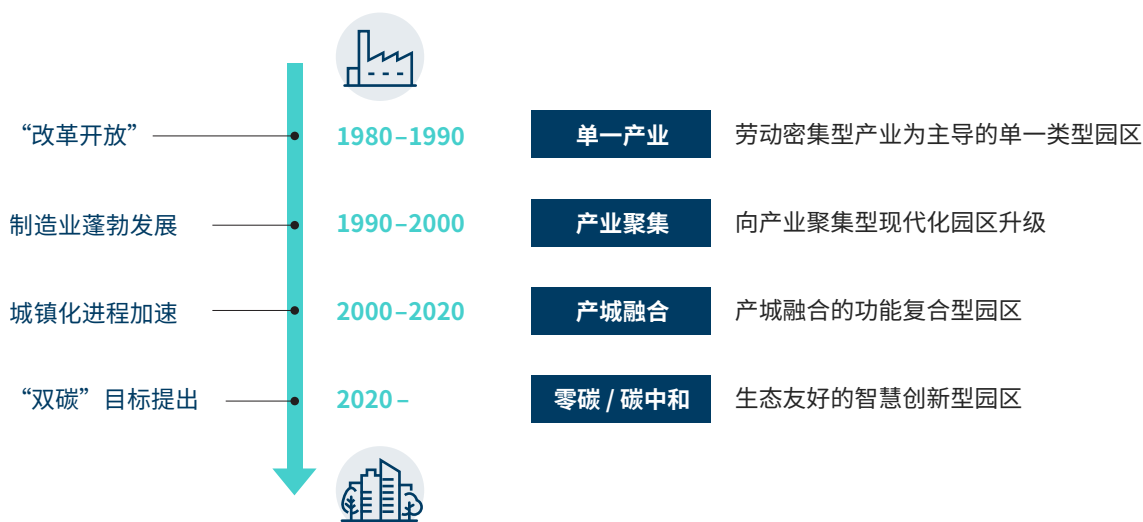
“碳中和”成为园区发展的新趋势

改革开放以来，在中国经济飞速发展的过程中，园区一直扮演着十分重要的角色。在不同的发展时期下，随着发展阶段以及发展重心的不断演变，园区的形式和特点也在不断进化。从劳动密集型的单一产业为主导的产业园区，升级成产业聚集的现代化园区，再进一步发展成产城融合的功能复合型园区，中国园区的发展主要呈现出如下几个趋势。

- **产城界限模糊化**: 园区主体愈发丰富，从“单一产业”向“以产业驱动的城市区域”转变
- **创新技术驱动**: 园区的创新型驱动模式越发明显，园区发展将更加依赖创新产业、创新模式的带动
- **示范性凸显**: 园区发展将展现出更强的示范性，为地区、城市、国家的发展探索新模式
- **生产、生活、生态协同发展**: 园区的发展从以产业为中心向更加注重人民生活品质以及生态环境友好转型

随着双碳目标的提出，“节能降碳”成为了园区建设与发展的重要任务之一。一方面，基于园区的探索与创新正成为落实国家“双碳”目标的重要抓手之一，在迈向“双碳”的转型过程中，园区肩负着引领创新、打造最佳实践的使命；另一方面，随着“双碳”成为全社会发展的焦点，“节能降碳”也成为园区扩大自身影响力，吸引企业和人才入驻的重要标签。“碳中和”作为“节能降碳”的终极目标，正被越来越多的园区确立成为新的发展方向。

图 1 中国园区发展历程



碳中和先行示范区定义解析

发展“碳中和园区”需要对其给出明确的定义。“碳中和园区”需要对于园区层面的碳排放量提出更加明确的要求，即实现“净零排放”。如何定义“净零排放”是给出“碳中和园区”定义的关键。表1汇总了当前国内外一些针对“碳中和园区”的定义。可以发现，当前对于“碳中和园区”的定义依然较为模糊，通常缺少对于“净零排放”的具体解释。

碳中和先行示范区



在划定地理边界的区域内

- 以碳中和新经济作为核心发展动力，推动当地产业创新零碳转型；以提高单位碳排放的经济效益为主要目标，并尽可能辐射带动更大区域的绿色转型与发展。
- 通过碳源减排尽可能降低生产生活造成的碳排放，通过碳汇增量尽可能提升碳吸收，通过绿电交易和碳交易的手段抵消仍可能存在的极少碳排放，并积极推动并尝试园区内生产生活的全生命周期减排；
- 最终实现区域内能源活动二氧化碳排放（包含直接排放和因用能造成的间接排放）源与汇的中和。

在落基山研究所给出的碳中和先行示范区定义中，我们首先提出了园区碳排放计量的标准并规定了实现碳中和的主要手段，从而对于“净零排放”做出了解释。同时，定义还对于碳中和园区的内涵和外延进行了阐述说明。

- **内涵和外延：**实现自身碳中和并不应该是碳中和园区的唯一目标，还需要将经济增长、产业发展和人民生活水平纳入考量，并尽可能辐射带动周边区域的绿色发展。
- **碳排放计量：**在碳排放的种类上，出于数据的可获取性原因只考虑能源活动造成的CO₂排放。行业边界的确定上，区域边界内的直接碳排放（范围一排放）以及区域内生产生活用能造成的间接碳排放（范围二排放）被计入园区碳中和的核算；对于区域边界内活动产生但发生在边界外的碳排放（范围三排放），由于计量和核算标准尚不明确，不纳入园区碳中和的核算。
- **主要手段：**从排放源入手减少CO₂排放并增加碳汇吸收CO₂是实现碳中和的必须手段。受限于各类技术的应用场景以及园区的资源禀赋，若园区通过“碳源减排”和“碳汇增量”仍不能实现“碳中和”，也应允许采用碳交易等手段来抵消剩余的CO₂排放，使不同地区之间可以相互协同，从而实现环境效益最大化。

表 1 国内外“碳中和园区”定义汇总

	对象	定义
国内	零碳园区 ¹	零碳园区指在园区规划、建设、管理、运营全方位系统性融入碳中和理念, 依托零碳操作系统, 以精准化核算规划碳中和目标设定和实践路径, 以数字化手段整合节能、减排、固碳、碳汇等碳中和措施, 以智慧化管理实现产业低碳化发展、能源绿色化转型、设施集聚化共享、资源循环化利用, 实现园区内部碳排放与吸收自我平衡, 生产生态生活深度融合的新型产业园区。
	零碳工业园 ²	零碳工业园意味着在无碳汇递补的前提下能源、建筑、工业、交通等方面绝对的无碳排。
国际	零碳园区 (Zero-carbon campus)	一个没有因碳排放或其他温室气体而产生净气候影响的园区。这可以通过一系列的措施来实现, 包括减少能耗, 采用低影响或无影响能源, 及使用碳补偿。
	净零工业中心 (Net-zero industrial hub) ³	净零工业中心是指一个当地各行业采用低碳能源和碳捕获和储存等新技术, 共同将碳排放降至可能接近于零的水平地区。

碳中和先行示范区规划方法

碳中和先行示范区的规划离不开能源系统规划分析模型。在国家和城市等较大地理尺度上，一些传统的能源系统规划模型已经得到了广泛的应用。这些方法通常以人口和宏观经济作为出发点，综合考虑不同的社会因素与生产部门对于能源环境发展的影响，分领域自下而上地对于不同发展条件下的中长期能源供应、能源供应转换、能源终端需求以及温室气体做出预测。

图 2 碳中和园区规划相较传统能源系统规划所需要的调整

	传统的能源系统规划模型	碳中和园区规划所需调整
输入	人口 宏观经济 资源禀赋 产业布局	数据获取方法调整
计算	需求 供给 抵消	情景预测分析方法细化
产出	能源消耗 投入产出 碳排放	确定对比分析方法

然而在园区层面，传统能源系统规划模型的应用还较为有限。与在城市层面的应用相比，园区层面的碳中和路线图规划通常面临着数据可获取性较差、需要能够具体指导园区的碳中和项目建设等挑战。应用能源系统规划模型进行园区层面的碳中和规划应主要从以下几个方面做出对应调整：

- **数据获取方式调整：**由于园区不属于行政单位，一般无法获得公开统计数据。因此，园区的碳中和规划模型中需要对于数据的获取方式做出相应的调整。
- **情景预测分析方法细化：**在传统的能源系统规划模型中，情景分析方式更偏向基于宏观经济数据（如单位工业增加值、人均GDP等）对于能耗和碳排放进行分析预测。然而这样的规划分析方法通常并不适用于直接指导各类碳中和项目的落地实践。在碳中和园区的规划过程中，往往需要以具体产业、具体项目作为出发点，给出针对具体产业和项目的零碳转型方案，从而使得规划更具落地性和实践性。因此，园区碳中和规划需要对于情景预测分析方法做进一步细化。
- **确定对比分析方法：**园区碳中和路线图的规划要求从众多不同的理论路线中选择出最优的碳中和路径。如何对比分析不同的碳中和路径，从而选择出一条最佳的园区碳中和路径是碳中和园区路线图规划需要考虑的关键问题。

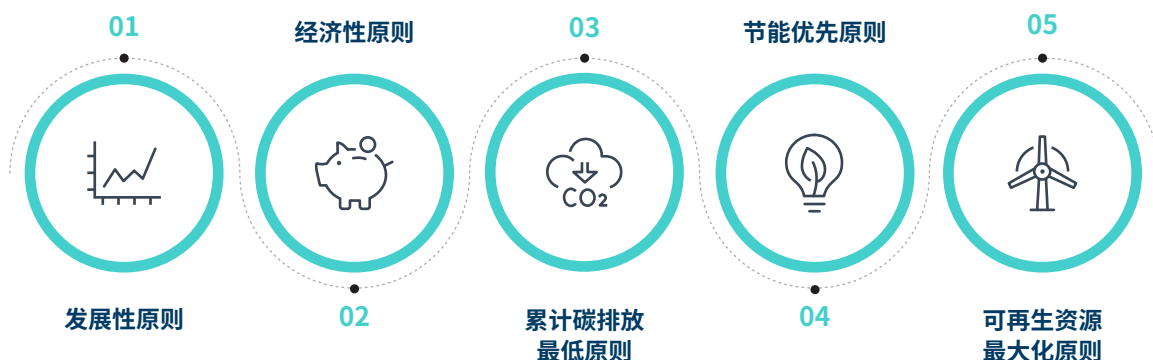
碳中和园区路线图规划的五大原则

在碳中和路线图制定的过程中会发现，往往存在着多种不同的实现碳中和的路线选择，其中不乏一些比较极端的碳中和实现方案，例如：

- **碳交易式碳中和**：不额外考虑减排措施，以传统方式发展经济，最后通过购买CCER和绿电实现园区碳中和
- **供给侧脱碳式碳中和**：需求侧常规发展，大力发展本地新能源实现供给侧脱碳，实现碳中和
- **碳汇抵消式碳中和**：以碳汇抵消碳排放作为实现当地碳中和的主要手段

这些碳中和实现方案往往存在可行性和经济性上的较大障碍，例如碳汇抵消式碳中和需要较好的资源禀赋做为基础，供给侧脱碳式碳中和不仅需要资源禀赋，还需要较大的投资才能实现，因此极端式碳中和方案并不具备示范性。

图 3 碳中和园区路线图规划的五大原则



为了帮助从方法论层面避免这些极端的碳中和实现方案的出现，我们定义了园区碳中和路线图规划的五大原则。这些原则可以为比较不同的碳中和方案提供准则，还为碳中和路线图的最终确定提供指引：

- **发展性原则**：园区是人口和产业的聚集地，园区迈向碳中和应把产业与经济的发展和人民生活水平的提高作为基本目标。
- **经济性原则**：碳中和路径的规划应该在能够实现碳中和前提下，优先选择经济性最佳的路径，即优先选择单位资金投入减碳量最高的技术路线组合。
- **节能优先原则**：碳中和路径规划的过程中，应该优先考虑用节能手段降低能耗需求从而降低碳排放，因为需求侧节能往往具备更高的经济性，且从需求侧减碳能够大大降低供给侧脱碳的压力，提升碳中和的经济性与可行性。
- **累计碳排放最低原则**：在规划碳中和路径的过程中不应该只关注目标年当年能否实现碳中和，而应该力求从当前到实现碳中和的过程中的累计碳排放尽可能的降低。

- **可再生资源最大化原则:** 供给侧的规划及新能源的部署不应该只满足本地的能源需求, 而应尽可能的发掘本地可再生资源潜力, 尽可能做到可再生资源最大化的开发利用, 在可能的情况下, 实现可再生能源的外送。

需要指出的是, 上述五个原则并非是相互完全独立的五个原则。在园区碳中和路线图的规划过程中, 在大体遵循五个原则的同时, 也需要在五个原则之间做出一定的取舍与权衡, 例如, 可再生资源最大化开发利用可能会导致方案的经济性下降。在实际的规划过程中还需要考虑园区实际的经济产业发展水平, 碳中和技术进步等因素, 对于碳中和路线做出调整。

碳中和园区路线图的规划流程

在传统的能源规划方法中，通常采用从当前现状按照时间顺序逐步推向碳中和的规划方式（“正推式”），但由于碳中和规划需要以实现“净零排放”这一目标作为导向，且通常涉及的时间周期较长，正推式规划需要对于未来发展做出大量的假设，不确定性较高。应对这一问题，我们制定了如图4所示的“反推式”碳中和园区路线图的规划流程，主要分为四个步骤：在确定了现状（步骤一）以及常规发展情境下的未来趋势之后（步骤二），直接对于园区碳中和目标年的能源结构进行预测分析（步骤三），然后再倒推出从现状到碳中和目标年的碳中和路径（步骤四）。该方法优先确立长远目标图景，再以当前现状作为基础，分析实现远期目标所需的政策、技术、机制，是效率更高且可行的规划方法。

图 4 碳中和园区路线图规划基本流程图



步骤三和步骤四是该“反推式”的规划方式两个最核心步骤，需要与前文提出的五大原则充分结合。在步骤三中，“经济性原则”与“发展性原则”是最上层的两大原则，在需求侧、供给侧、抵消测的规划中均需要作为重点的考虑因素；“节能优先原则”和“可再生资源最大化利用原则”分别在需求侧和供给侧的规划中得以体现。步骤四则需遵循“累计碳排放最低原则”和“经济性原则”，确保最终所得的碳中和路径兼具经济性与可行性。

梅山碳中和先行示范区案例研究

宁波梅山碳中和先行示范区位于宁波北仑区东南部，以梅山岛为核心，规划总面积333平方公里（其中陆地面积240平方公里），覆盖梅山、春晓、白峰、郭巨四个街道，为宁波“一带一路”建设综合试验区的核心功能区和“港口—产业—城市”综合开发区，创新要素集中，生态环境优良，具备聚集中高端新型绿色产业、高质高效推进零碳发展的基础条件和发展潜力。

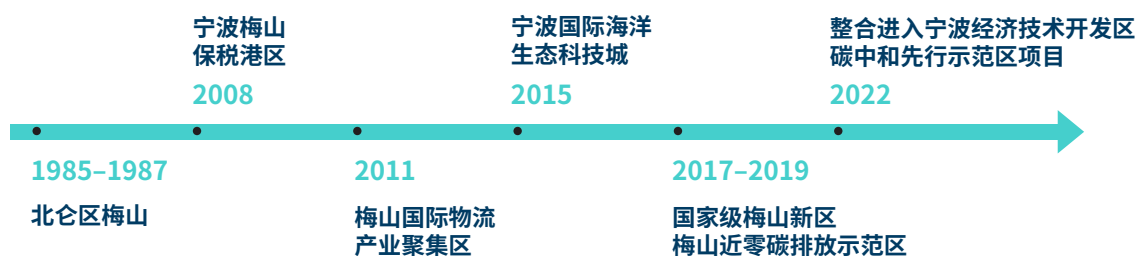
梅山基本信息一览（2020年）

- 人口： 9万人
- 规划面积： 333平方公里（陆地面积240平方公里）
- GDP： 290亿元
- 能源消费： 33.3万吨标煤
- CO₂排放： 32.97万吨
- 主要产业： 港口、物流、汽车制造、金融业等



上世纪80年代以来，宁波梅山经历了飞速的发展⁴。从一座以沙地西瓜和海盐为标签的“贫瘠海岛”，充分利用了港区泊位优势，完成港口功能培育，发展成为知名的国际大港；并在港口的基础上集聚物流、贸易、金融等港口服务业，并逐步增加科技、文化、旅游等功能，实现了“港产城”的融合。新时代发展背景下，宁波梅山进一步成为浙江省参与国家“一带一路”和长江经济带战略前沿阵地。建成国内国际领先的近零碳排放示范区，树立绿色低碳发展高标杆，协同经济高质量发展和生态文明高水平建设。2022年，宁波梅山整合进入宁波经济技术开发区碳中和先行示范区，并持续推进绿色低碳建设，开展碳中和先行示范区研究项目。

图 5 梅山园区发展历程



前文介绍的园区碳中和路线图规划方法及园区碳中和路线图规划的五大原则，将助力梅山实现碳中和先行示范区。在碳中和图景下，梅山一方面依靠产业转型，保证了GDP高速增长的同时，将能源需求控制在合理水平；另一方面通过需求侧的电气化与供给侧新能源替代的共同作用，大幅降低单位用能二氧化碳的排放量，最终再通过适当的碳汇与碳交易对于剩余绝对碳排放进行抵消，从而以经济合理，技术可行的方式实现自身二氧化碳的净零排放，同时还可实现对外的清洁电力供给。



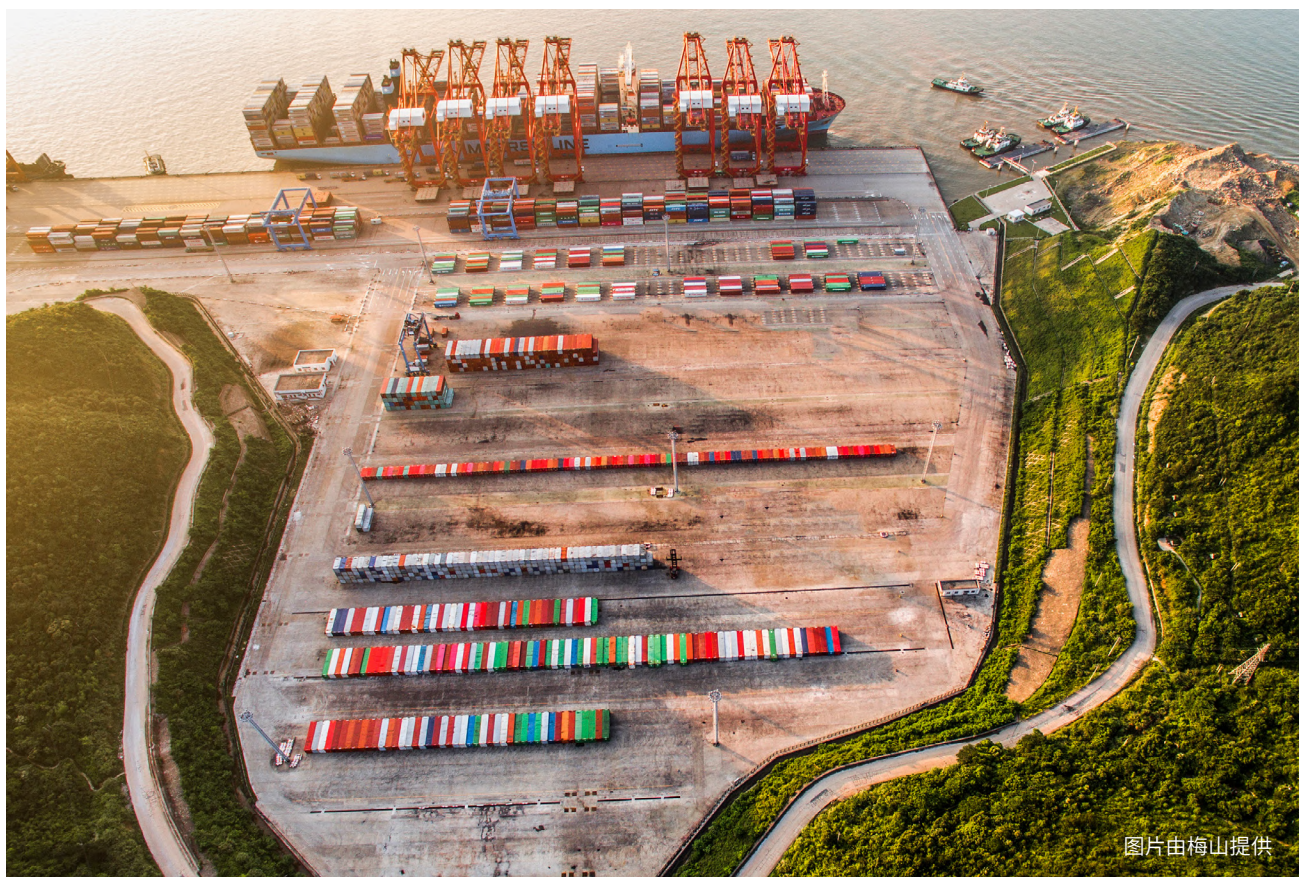
图片由梅山提供

最佳实践一：打造零碳生态智慧港口

港口是梅山的支柱产业之一，也是梅山的能耗大户。梅山通过生态港口示范项目建立了十分良好的绿色发展势头，为梅山碳中和先行示范区的建设打下了良好的基础。目前港口用能主要以电能为主，占比达到约48%，LNG和柴油作为辅助能源占比各为36%和16%。“源端清洁化、终端电气化、调控智能化”是梅山港口深度脱碳的主要策略，具体工作如：

- **港口岸电建设与推广**：目前梅山港已经实现所有港区码头的岸电覆盖，2021年11月，宁波远洋运输股份有限公司最大国际航行船舶“新明州98”轮，在宁波舟山港梅山港区6号泊位完成11个小时的高压岸电接用，总用电量达4300千瓦时，节约燃油约0.85吨，减少二氧化碳排放量约2.67吨。梅山港仍在进一步着力推动港口岸电的使用力度。
- **推广清洁能源驱动的港口作业机械**：梅山港着力推动港口作业机械的改造：采购全电动吊具，加大能量回收技术在吊具中的应用，目前主要的装卸设备已经实现了电气化；流动机械方面，梅山港持续推广清洁能源流动机械的采用，已采购LNG集卡70余辆，电动智能集卡41辆，并不断加大港区充换电设施的建设，进一步推进集卡、堆包机等设备的电气化升级。
- **推进港口绿色照明工程**：港区采购并安装陶瓷金卤灯90盏，LED等350盏，并配备了智能照明控制系统，总投资约225万元，实现了年节能量338吨标煤。

此外，梅山港还积极探索市场化的港口“源网荷储”互动机制，并和宁波电网积极合作，着力提升风电、光伏等可再生电力的应用比例。



图片由梅山提供

最佳实践二：建设多元融合高比例可再生电网

电力的零碳转型是建成梅山碳中和先行示范区最重要的任务之一。2017年以来，近零碳排放示范区，梅山积极推动地方电力系统的绿色低碳升级改造，主要工作包含以下几个方面：

- **清洁电力建设：**梅山设立了清洁能源占比50%和终端电气化水平50%的目标，通过清洁能源接入行动，更好的建设电网，来推进能源的消纳。梅山还着力推广分布式电源的服务，特别是在农村地区，根据政府的整县光伏的计划，对很多光伏投资相对效益较差的资源加以利用，通过优化接入方式等来促进整个光伏产业的发展，更好的挖掘可再生能源的潜力。
- **多元融合的高弹性电网：**提升整个电网的数字化水平，建设多元融合的高弹性电网。主网方面，除主网网架外，梅山还建立了20千伏的电网，一方面提升了电网的效率和安全性，大大增加了电网的灵活性，可以适配更多新能源发电的建设以及负荷需求；配网方面，试点了低压柔直互联系统，提升了光伏储能等新型能源的消纳和供应能力。
- **能源电力消费侧效率提升：**和港口合作，推进港口岸电的建设和使用；对于用能企业进行用能普查，建立客户的能效账单；也推动企业能效的提升，如推出企业的光储节能生产方案，空压机节能优化，梅山管委会大楼空调整节能等。
- **推动网荷互动的发展：**对企业生产负荷进行精细化管理，在电力不平衡供应的过程中，通过负荷侧的精细化调控，满足电力供应的同时，减少对于企业生产经营的影响；鼓励用户侧储能的投资和建设，并试点虚拟电厂，负荷聚合商等商业模式，以市场化的方式促进网荷互动。

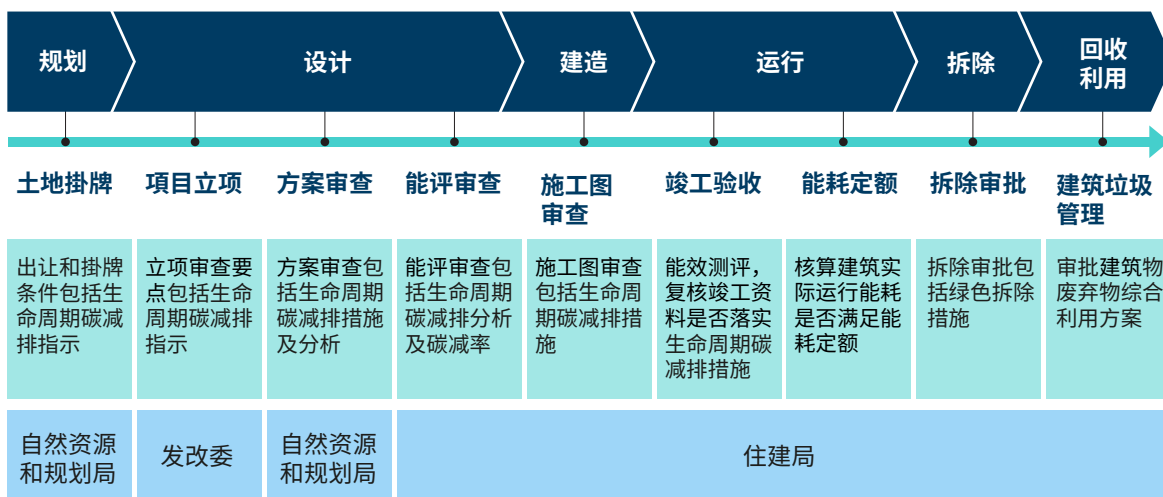
梅山以“打造泛梅山多元融合高比例可再生的高弹性电网”为目标，从供给侧的可再生电力部署，到需求侧的电气化转型，以及推动网荷互动等多方面共同着手，为碳中和先行示范区的建设贡献了核心力量。



图片由梅山提供

最佳实践三：建筑全生命周期碳中和

图 6 建筑全生命周期减排机制关键节点



宁波梅山近零碳排放示范区绿色低碳建筑专项规划（2019-2025年）提出了2019-2020年单位建筑面积的生命周期减排率实现10%（引导性），2021-2025年实现35%（约束性）的指标，成为了国内首个提出建筑全生命周期减排的建筑专项规划。该专项规划将远期发展目标落地到近期的实施，将碳减排率与绿色建筑专项规划相结合，从规划、设计、建造扩展到运行管理、拆除的全生命周期，把绿色低碳发展理念延伸至建筑全领域、全过程及全产业链。

通过建筑全生命周期脱碳专项规划的部署落实，梅山一方面以需求侧减排为抓手，助力园区碳中和的达成；另一方面还积极推动了范围三的减排，探索更加先进的零碳发展方向。



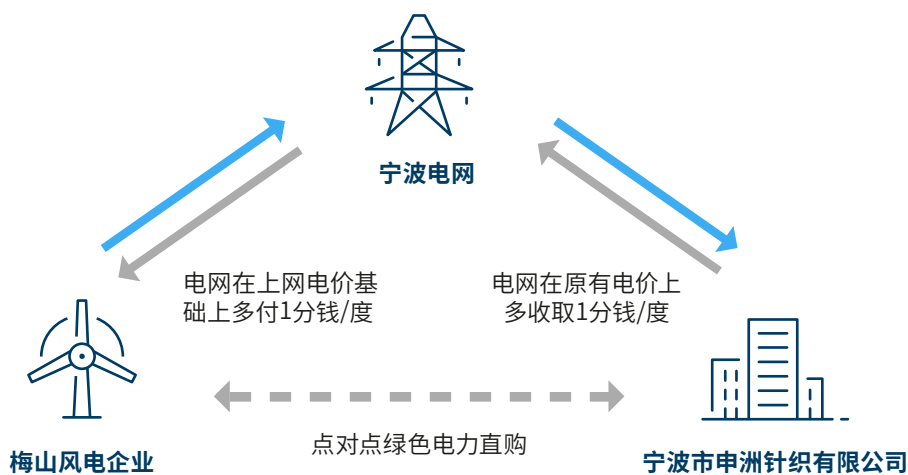
最佳实践四：创新机制助力多方共享零碳收益

绿色电力交易机制：

在宁波市电网公司等多方协调下，宁波市申洲针织有限公司于2020年12月份通过绿色购电协议的方式向宁波梅山近零碳排放区内的当地风电企业购买了2000万千瓦时的绿色电力，协议时长为一个月。最终风电企业交付1400万千瓦时，在交易完成后，申洲获得了相应的绿色电力凭证。出于简化交易流程、降低交易难度的考虑，在这次交易中企业购电价格由当地电网公司确定，最终电价在上网电价和输配电价的基础上每度电增加1分钱。

本次绿电直购交易采用了点对点的交易模式，与实现市场化的、长期的绿色电力采购模式还有差距，但企业对绿色电力的采购需求，以及绿色购电协议这一模式的技术可行性已得到充分的验证，机制成功整合了各方资源，推动达成了多方共赢的可再生电力交易。

图 7 梅山可再生中长期交易机制示意

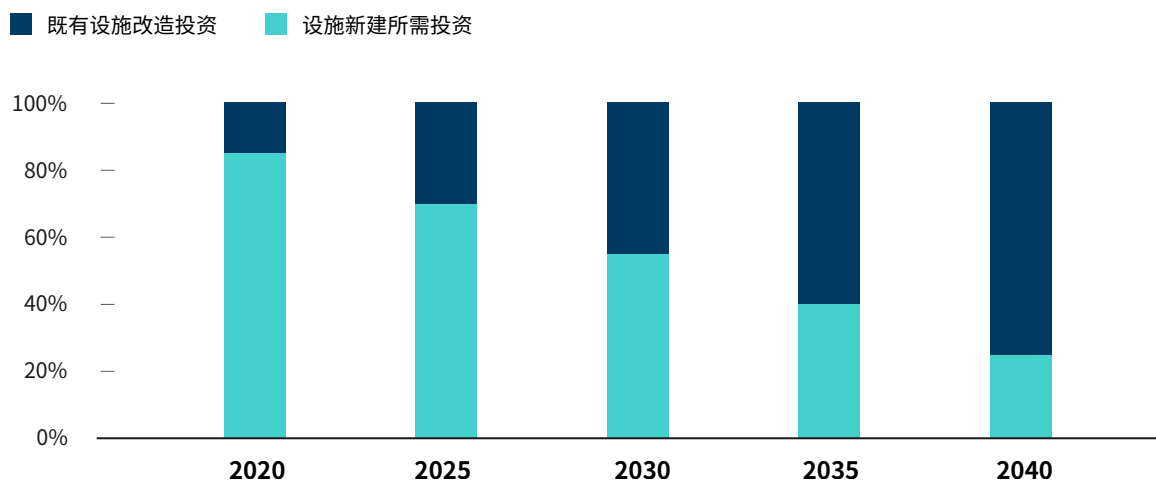


最佳实践五：绿色金融助力梅山零碳转型

建立梅山碳中和示范区所需的投资可以划分为新建设施投资（如新增可再生能源）以及既有设施改造投资（如既有建筑节能改造、工业生产节能）。由于梅山新区目前仍处于建设阶段，当前阶段的任务主要为基础设施的新建以及产业的逐步规模化，新建项目相对较多，新建设施投资占比较高；随着梅山新区的逐步建成，后期则主要转向既有设施和已建成产业的节能改造及零碳转型，既有设施改造所需投入将占据较高比例。梅山碳中和先行示范区的投融资模式需要根据建设前后项目类型的差异进行相应的匹配：

- **建设前期：**大力发展绿色金融，支持符合绿色低碳发展方向的行业或部门，使其获得更多的金融资源保障，以此实现地区经济增长的目标；
- **建设中后期：**需要更多转型金融的支持，来帮助既有高碳产业的绿色发展和零碳转型。

图 8 梅山新建设施和既有设施改造所需投资占比



由于投资中可能存在长短期限错配、绿色资产定价机制缺位等问题，需要相应创新投融资机制，以点带面谋划一批技术可行、经济合理、机制创新的绿色投资项目。结合梅山近年来金融产业蓬勃发展的良好基础，催生一批绿色金融和第三方综合服务的新兴业态，培育一批有竞争力的、气候友好型的新兴市场主体，探索一批可持续、可推广的绿色投融资发展模式。

梅山绿色金融实践案例

联合上海环交所，梅山开展了碳资产信用评价，为碳减排效果显著的企业和项目提供绿色金融的支持。基于梅山的前期试点工作，北仑区五部门联合印发了《关于金融助力北仑绿色低碳发展专项行动的通知》，倡导推进排污权、碳排放权等抵质押贷款。创新的绿色金融机制拓宽了企业融资渠道的同时，极大的提高了企业减污降碳的积极性。



图片由梅山提供

展望

园区作为介于产业和城市中间的一种形态，起到了链接产业和城市的关键作用。从园区入手，为碳中和转型探索技术可行、经济合理的路径被认为是实现国家层面碳中和的关键手段，打造碳中和园区将在未来十年乃至更长一段时间内成为推动零碳转型的重点工作。

碳中和园区在推动既有产业零碳转型从而实现自身碳中和的基础上，还能够进一步起到承载和孵化新型绿色低碳产业的作用，提升园区对于高科技企业和创新人才的吸引力，形成园区经济可持续发展的良性循环。同时，碳中和园区还将起到辐射带动城市绿色发展的关键作用。环境效益方面，园区可以充分发掘其可再生资源禀赋，向外贡献可再生资源，助力城市碳中和转型；经济发展方面，碳中和园区的示范效应将加速碳中和创新技术的商业化，从而推动相关产业从原材料到最终产品的全产业链的快速发展，形成新的经济增长点。

目前碳中和园区仍是一个较为新兴的概念，碳中和园区的规划、建设、运营都还处于探索起步阶段，有待更多实践经验的积累，也需要社会各界共同的积极参与和支持。落基山研究所期待和各方伙伴一起共同助力碳中和园区的发展，自下而上落实国家“双碳”战略。

图9 碳中和园区的辐射带动作用





附录一：碳中和园区相关政策汇总

表 2 碳中和园区相关政策（自双碳目标提出以来）

范围	政策名称	发布时间	主要内容/目标
全国	关于在产业园区规划环评中开展碳排放评价试点的通知	2021.10	选取一批具备碳排放评价工作基础的国家级和省级产业园区开展试点工作
	2030年前碳达峰行动方案	2021.10	选择100个具有典型代表性的城市和园区开展碳达峰试点建设
	“十四五”工业绿色发展规划	2021.11	鼓励工厂、园区开展工业绿色低碳微电网建设，发展屋顶光伏、分散式风电、多元储能、高效热泵等，推进多能高效互补利用。
	“十四五”循环经济发展规划	2021.11	组织园区企业实施清洁生产改造，推进绿色工厂建设
	“十四五”生态环境监测规划	2021.12	推动工业园区建立大气环境监测预警体系，加强对工业园区污染源的执法检测
	“十四五”时期“无废城市”建设工作方案	2021.12	将开展生态工业园区建设、循环化改造、绿色园区建设的工业园区占比列为“无废城市”建设评价指标
	关于做好“十四五”园区循环化改造工作有关事项的通知	2021.12	通过优化产业空间布局、促进产业循环链接、推动节能降碳、推进资源高效综合利用
	“十四五”节能减排综合工作方案	2022.01	推动工业园区能源系统整体优化和污染综合整治，鼓励工业企业、园区优先利用可再生能源
	科技支撑碳达峰碳中和实施方案（2022—2030年）	2022.06	支持国家高新区等重点园区实施循环化、低碳化改造，推进绿色低碳工业园区建设，开发企业、园区、重点行业碳排放核算和测量技术
省级/城市	浙江省应对气候变化“十四五”规划	2021.06	十四五期间，完成具有典型示范意义的绿色低碳园区、“零碳”示范试点建设50个
	深圳市近零碳排放区试点建设实施方案	2021.11	十四五期间分批推进近零碳排放区试点建设，到2025年，完成首批试点项目建设与验收
	江苏省“十四五”工业绿色发展规划	2021.08	十四五期间，积极探索开展“近零碳园区（工厂）”和“碳中和工厂”建设，鼓励有条件的工业园区率先达峰，选择有条件的地区和工业园区开展“碳排放达峰先行区”创建示范。
	成都市近零碳排放区试点建设实施方案	2022.03	到2025年，力争建成近零碳园区、工业企业、公共机构、景区共不少于30个
	天津市碳达峰实施方案	2022.08	积极推动工业园区开展低碳（近零碳排放）试点建设，到2025年，全市绿色制造单位达到300家。

附录二：国内外碳中和园区案例

碳中和 / 零碳园区	园区概况	园区主要功能	目标
亦庄金风科技智慧园区 ⁵	通过部署分散式风电、分布式光伏和钒液流、锂电池、超级电容等多种形式储能在内的智能微网,实现2020年清洁能源电量占比50%;并通过购买中国核证减排量(CCER),抵消园区内所排放的全部温室气体。	以企业生产经营活动为主的,较小范围的园区	2020年实现了园区碳中和(通过购买CCER)
国网青海零碳产业园 ⁶	国网青海电力将着力构建基于绿电交易的“坚强智能电网+风光水储一体化基地+绿电溯源认证”全绿电供应体系;发挥能源大数据平台和双碳监测分析平台作用,构建碳足迹全流程追踪监测闭环管理体系,服务园区开展精准透明的零碳闭环管理。	以绿色电力供应为建设重点的产业园区	园区于2021年启动建设,具体双碳目标不详
国网德州供电公司产业园区 ⁷	园区新建屋顶光伏,实现光伏全容量并网;配备储能系统;建立空气源热泵系统;依托“新能源云碳中和支撑服务平台”,实现排放数据在线盘查与碳中和数字评估,经过园区“源网荷储”部分自主中和后,其余排放通过CCER核销。	以企业生产经营活动为主的,较小范围的园区	2021年度第一季度实现园区碳中和
福建三峡海上风电国际产业园 ⁸	三峡集团利用风资源、光资源积极推进智能微网建设。碳中和认证第三方机构对园区鉴证核查,2020年该园区通过建设储能与分布式光伏、提高可再生电力使用比例、加强节能管理、注销减排指标的方式实现了碳中和。	位于江阴港城经济区,致力于实现100%绿色清洁能源自给的产业园区	2021年5月获得北京绿交所颁发的“碳中和”证书
柏林欧瑞府零碳科技园(德国)	从源头打造零碳能源,使用勃兰登堡州农业垃圾制成的沼气提供居民用电,用光伏+回收电池储能为充电桩供电,并创新利用藻类生物反应器吸收二氧化碳、二氧化氮等温室气体,以智能化能源管理系统满足供暖用电等各类应用场景	以建筑(办公楼、研究机构、学校等)为主的园区	2014年实现了德国联邦政府制定的2050年二氧化碳减排的目标
Hazelwood Green 净零碳排放城市综合开发区(美国)	目前全球最大的净零能耗城市综合开发区,原为炼钢厂用地,通过整体优化分析、全过程管理模式、创新融资模式的支撑,建筑能效提升措施和区域能源措施的增量成本完全由第三方投资机构提供,并实现了投资全生命周期正向的财务回报。老钢厂用地成功转型,吸引多家新型独角兽企业入驻。	集居住、办公、服务等多用途一体城市	实现了净零能耗的目标

参考文献

- 1 全国信标委智慧城市标准工作组, 零碳智慧园区白皮书 (2022版)
- 2 社会价值投资联盟, 工业园区的“零碳”之路, 2022, <https://www.casvi.org/h-nd-1211.html>
- 3 UK Industrial Clusters Decarbonisation, <https://www.zerocarbonhubs.co.uk/industrial-clusters.html>
- 4 新华网浙江, <http://www.zj.xinhuanet.com/2017zt/tztj01/>
- 5 中国新闻网, <https://www.chinanews.com.cn/business/2021/01-28/9398917.shtml>
- 6 中国电力网, <http://mm.chinapower.com.cn/dww/yxfw/20220714/158370.html>
- 7 大众网, http://fgw.shandong.gov.cn/art/2021/7/7/art_91601_10314035.html
- 8 福州市工信局, https://www.fuzhou.gov.cn/zgfzzt/sjxw/fzjx/jgcy/202106/t20210615_4120648.htm



RMI Innovation Center

22830 Two Rivers Road
Basalt, CO 81621

www.rmi.org

©2023年9月, 落基山研究所版权所有。
Rocky Mountain Institute 和 RMI 是
落基山研究所的注册商标。