

# 博鳌近零碳示范区全生命周期管理运行机制研究

张萌

三亚学院

DOI:10.32629/eep.v9i2.3082

**[摘要]** 零碳示范区建设是推动绿色低碳转型和区域可持续发展的重要实践路径。以博鳌近零碳示范区为成熟参考案例,围绕其管理体系与运行机制展开研究,有助于提炼可复制、可推广的经验模式。文章在梳理博鳌近零碳示范区建设实践的基础上,分析其在规划设计、建设实施、运行维护和评估优化等方面形成的全生命周期管理体系,以及多系统协同、多主体协同和数字化动态调控等运行机制。研究认为,博鳌近零碳示范区的成功经验表明,零碳示范区建设不应局限于单项技术应用,而应通过全过程闭环管理、多维系统耦合和数字化平台支撑,实现资源配置优化与碳排放控制协同统一。在此基础上,文章进一步提炼出适用于海南乃至全国其他零碳示范区建设的机制模板,即构建“规划—建设—运营—优化”闭环管理模式,形成“多系统耦合+多主体协同”的运行格局,并以数字化手段支撑动态监测与精细化调控。研究结论可为其他地区开展零碳示范区建设提供实践参考和路径借鉴。

**[关键词]** 零碳示范区; 全生命周期管理; 碳减排; 运行机制; 绿色发展

中图分类号: TF713.4 文献标识码: A

## A Study on the Full Life Cycle Management and Operation Mechanism of the Boao Near-Zero Carbon Demonstration Zone

Meng Zhang

Sanya University

**[Abstract]** The development of near-zero-carbon demonstration zones is a key practical approach to advancing green and low-carbon transformation and regional sustainable development. Taking the Boao Near-Zero-Carbon Demonstration Zone as a mature case study and focusing on its management system and operational mechanisms can help identify replicable and scalable best practices. Building upon an analysis of the practical implementation of the Boao Near-Zero Carbon Demonstration Zone, this article examines the full-lifecycle management system established in areas such as planning and design, construction and implementation, operation and maintenance, and evaluation and optimization, as well as operational mechanisms including multi-system coordination, multi-stakeholder collaboration, and digital dynamic regulation. The study concludes that the successful experience of the Boao Near-Zero Carbon Demonstration Zone indicates that the construction of zero-carbon demonstration zones should not be limited to the application of individual technologies. Instead, it should achieve the coordinated unification of resource allocation optimization and carbon emission control through closed-loop management throughout the entire process, multi-dimensional system coupling, and support from digital platforms. Building on this, the article further distills a mechanism template applicable to the construction of zero-carbon demonstration zones in Hainan and across the country. This involves establishing a “planning-construction-operation-optimization” closed-loop management model, forming an operational framework of “multi-system coupling + multi-stakeholder collaboration,” and utilizing digital tools to support dynamic monitoring and refined regulation. The research conclusions can provide practical references and guidance for other regions undertaking the construction of zero-carbon demonstration zones.

**[Key words]** Zero-carbon demonstration zone; Life-cycle management; Carbon reduction; Operational mechanisms; Green development

## 引言

在“双碳”目标背景下，零碳示范区建设已成为推动区域绿色转型、优化能源结构和提升生态治理水平的重要抓手。与传统低碳项目相比，零碳示范区更加强调区域系统性减排、全要素协同优化以及长期稳定运行，因此其建设不仅是技术问题，更是管理问题和机制问题。当前，国内零碳示范区建设正处于不断探索阶段，如何从成熟案例中总结可复制经验，形成适用于不同区域的发展模式，已成为值得关注的重要课题。博鳌近零碳示范区作为具有代表性的实践样本，在综合规划、低碳建设、数字化管理和协同运行等方面形成了较为成熟的体系，为研究零碳示范区全生命周期管理和运行机制提供了现实基础。基于此，文章以博鳌近零碳示范区为研究对象，重点分析其管理体系与运行机制，进而提炼对海南乃至全国其他零碳示范区具有借鉴意义的运行模板，以期为更大范围的零碳示范区建设提供参考。

### 1 博鳌近零碳示范区作为研究样本的典型价值

博鳌近零碳示范区具有较强的示范性和研究价值。作为我国近零碳园区建设的代表性实践，其在规划设计、建设实施、运行维护和动态优化等方面形成了较为完整的工作链条，不仅体现了零碳建设的先进理念，也展示了较强的系统协同能力。与一般意义上的低碳项目相比，博鳌近零碳示范区并非局限于单项节能技术的应用，而是围绕能源、建筑、交通、生态和数字化管理等多个系统进行整体统筹，在较短时间内形成了较成熟的建设模式和运行框架。

从研究意义上看，博鳌近零碳示范区的重要价值并不只在于其实现了较好的减碳效果，更在于其在实践中形成了一套较具操作性的管理体系与运行机制。这种机制既包括前端的综合规划和建设组织，也包括中后端的能源调度、数字监管、制度保障和持续优化。因而，以博鳌为成熟参考案例开展研究，有助于从具体实践中总结零碳示范区建设的关键规律，提炼具有普遍适用性的机制框架，为海南其他区域乃至全国类似示范区建设提供经验支撑和模式借鉴。

### 2 博鳌近零碳示范区的管理体系分析

博鳌近零碳示范区的管理体系具有鲜明的全生命周期特征，其核心在于通过全过程统筹，实现建设目标、管理手段和运行效果的有机统一。这种管理体系并不是单一阶段的管理优化，而是覆盖规划、建设、运营和评估等各个环节的系统化安排。

在规划设计阶段，博鳌近零碳示范区体现出较强的前瞻性与整体性。其建设并未将能源、建筑、交通和生态等系统分割处理，而是从一开始就纳入统一规划框架，通过综合分析区域资源禀赋、空间布局条件和低碳发展目标，确定示范区建设路径。这种前端统筹设计的做法，有效避免了后续建设中因系统脱节而产生的重复投入与协调成本，也为实现整体近零碳目标奠定了基础。

在建设实施阶段，博鳌近零碳示范区注重将规划方案转化为具体工程措施，通过引入低碳建筑技术、绿色材料和节能设备，推动建设过程与低碳目标保持一致。同时，在工程推进中强调施工过程的组织管理和技术落实，通过全过程监督和信息化记录，确保低碳建设措施真正落地。这表明，零碳示范区建设不仅需要目

标清晰，更需要在工程实施层面形成可执行、可监督的管理机制。

在运行维护阶段，博鳌近零碳示范区更加突出动态管理特征。示范区建成后，并非意味着低碳目标自动实现，而是需要通过持续监测、智能调度和系统维护保持高效运行。博鳌在这一过程中依托数字化平台，对能源消耗、碳排放和系统运行状态进行实时监测和分析，使运行维护从传统经验管理转向数据驱动管理。这种管理方式显著增强了运行阶段的精准性和持续优化能力。

在评估优化阶段，博鳌近零碳示范区强调反馈机制的重要性。通过对运行数据的持续积累和结果分析，管理者能够及时识别系统运行中的薄弱环节，并对管理策略和技术路径进行调整。这说明，博鳌的管理体系不是封闭静态的，而是具备循环优化能力的开放式体系，其本质是通过全过程闭环管理实现示范区运行效率和减碳成效的持续提升。

### 3 博鳌近零碳示范区的运行机制分析

3.1多系统协同运行机制。博鳌近零碳示范区的的一个重要特点，在于其并未将零碳建设理解为单一能源替代问题，而是将其置于能源系统、建筑系统、交通系统和生态系统协同运行的大框架中加以推进。能源系统负责提供清洁供能支撑，建筑系统通过节能设计与高效设备控制降低需求侧能耗，交通系统通过绿色出行和电动化降低交通碳排放，生态系统则通过绿化与碳汇功能提供环境补偿。各系统之间并非彼此孤立，而是在统一目标引导下形成互动关系，共同决定示范区整体运行效果。

这种多系统协同机制说明，零碳示范区的运行成效并不取决于某一单项技术是否先进，而取决于不同子系统之间是否能够形成结构合理、关系协调、运行匹配的整体格局。博鳌的经验表明，只有通过系统协同，才能真正实现区域低碳运行的综合最优。

3.2多主体协同治理机制。博鳌近零碳示范区的运行还体现出明显的多主体协同特征。政府在示范区建设和运行中发挥了制度设计、政策引导和统筹协调作用，为项目推进提供了方向性保障；企业作为技术和运营实施主体，承担了建设落地、设备运行、技术集成和管理优化等具体任务；社会公众及使用者则通过生活方式和低碳行为参与示范区实际运行过程。不同主体在目标一致的基础上形成职责分工与合作关系，共同支撑示范区稳定运行。

这一机制的意义在于，零碳示范区不是单一管理部门可以独立完成的工程，而是一项涉及政策、技术、市场和社会行为的综合性系统工程。博鳌的成功实践说明，只有建立政府主导、企业实施、多方参与的治理格局，才能增强示范区运行机制的稳定性和可持续性。

3.3数字化监测与动态调控机制。数字化能力是博鳌近零碳示范区运行机制中的关键支撑。通过建设数字化管理平台，示范区能够对能源消耗、设备状态、碳排放水平及环境参数进行实时监测，并通过数据分析技术实现异常识别、运行优化和策略调整。这种机制使示范区管理摆脱了传统事后统计和经验判断方式，形成了实时感知、智能分析和动态调控相结合的管理模式。

数字化运行机制的优势在于，它不仅提高了管理效率，还增强了系统运行的透明度和精准度。管理者可以依据实时数据做

出快速响应,及时调整能源配置和运行参数,降低资源浪费和运行偏差。对于零碳示范区而言,这种数字化动态调控能力,是保障长期稳定运行的重要条件。

#### 4 从博鳌近零碳示范区提炼可复制的运行机制模板

4.1形成“规划—建设—运营—优化”闭环管理模板。博鳌经验表明,零碳示范区建设不能停留于某一阶段的单点发力,而应形成贯穿前期规划、中期建设、后期运营以及持续优化的全过程闭环管理模式。这一模式的关键不只是把几个阶段简单串联起来,而在于实现各阶段之间目标一致、信息互通、责任衔接和反馈联动。规划阶段决定了示范区的发展方向和系统布局,建设阶段则承担着把规划要求转化为工程实体和技术应用的任务,运营阶段检验前期建设成效,优化阶段则依据运行数据和管理效果不断修正原有策略。四个环节相互依赖、彼此支撑,任何一个环节缺位,都会影响示范区整体低碳目标的实现。博鳌近零碳示范区的实践说明,只有坚持全过程统筹,才能避免规划与实施脱节、建设与运行脱节、运行与评估脱节等问题,从而使示范区建设更加系统、科学和可持续。对于海南其他区域以及全国零碳示范区建设而言,这种闭环式管理模板具有较强借鉴意义。它不仅有助于提升项目建设的整体效率,也能够降低后期运行中的调整成本和管理风险,使零碳示范区从一开始就具备较强的连续性和稳定性。

4.2形成“多系统耦合+多主体协同”的运行模板。博鳌近零碳示范区的另一个可复制经验,在于将零碳建设置于多系统耦合和多主体协同的双重机制之中。从系统运行角度看,零碳示范区并不是由单一能源系统或单一建筑技术决定其成效,而是由能源、建筑、交通、生态等多个子系统共同作用形成整体低碳水平。能源系统提供清洁供能基础,建筑系统承担节能降耗任务,交通系统影响区域碳排放结构,生态系统则在碳汇和环境调节方面发挥补充作用。各系统之间只有形成协调配合关系,才能真正实现低碳运行的整体优化。从治理角度看,零碳示范区建设也并非某一个主体可以独立完成,而是需要政府、企业、运营机构以及社会公众共同参与。政府在制度设计、政策引导和统筹协调方面发挥主导作用,企业负责技术落地、项目实施和运行管理,公众则通过绿色生活方式和低碳消费行为影响示范区的实际运行效果。多主体协同的治理结构,不仅能够提升资源整合效率,也有利于增强示范区建设的社会基础和持续动力。对于其他示范区来说,这一模板的重要价值在于突破传统“单点建设、单方推动”的局限,推动零碳发展由单一技术导向转向系统协同和综合治理导向,从而提高区域低碳治理的整体水平。

4.3形成“数字化支撑下的动态管理”模板。博鳌实践说明,零碳示范区如果缺乏数字化平台支撑,其运行优化和长期管理将面临较大局限。零碳目标的实现不是一次性建设结果,而是一个需要持续监测、持续调节、持续优化的动态过程。在这一过程中,数字化平台能够通过实时感知、数据采集、信息分析和智能调控,为示范区运行提供重要支撑。通过对能源消耗、设备状态、建筑运行参数和碳排放水平等数据进行连续监测,可以及时掌握系统运行状况,发现潜在问题并快速作出调整。与此同时,

借助数据分析技术,可以对不同系统之间的运行关系进行综合判断,为管理决策提供更加精准的依据。数字化管理的优势,不仅在于提高管理效率,更在于增强示范区运行的可视化、精细化和前瞻性。它使管理者能够摆脱传统经验判断和被动应对的局限,逐步形成以数据驱动为核心的低碳治理模式。对于其他示范区而言,这一模板的复制并不意味着简单照搬博鳌的技术设备和平台形式,而是强调建立起以实时监测、数据整合、动态反馈和持续优化为核心的数字化管理思路。

#### 5 面向海南乃至全国的零碳示范区推广启示

从博鳌近零碳示范区的实践看,其最大价值在于证明了零碳示范区建设并非只是技术问题,而是管理体系和运行机制共同作用的结果。对于海南而言,可依托博鳌经验,在省内不同区域根据资源禀赋、发展阶段和产业结构差异,因地制宜推动零碳示范区建设,将博鳌形成的机制框架加以本土化应用。对于全国而言,博鳌模式同样具有启发意义,即零碳示范区建设应当更加重视全过程管理、系统协同运行、数字化动态调控以及制度和主体之间的协作关系。

因此,未来零碳示范区建设的重点,不仅在于继续推广先进技术,更在于从成熟案例中提炼机制性经验,形成可复制、可推广、可调整的运行模板。博鳌近零碳示范区所提供的,正是这样一种由实践中生成、并可向更广区域扩展的参考框架。其意义不仅在于示范本身,更在于为其他地区开展零碳建设提供可学习、可借鉴、可落地的机制样本。

#### 6 结论

通过对博鳌近零碳示范区的研究可以看出,其典型价值不仅体现在近零碳建设成效上,更体现在其形成了较为完整的管理体系与运行机制。博鳌经验表明,零碳示范区建设应坚持全生命周期管理思路,将规划设计、建设实施、运行维护和评估优化纳入统一框架,实现各阶段之间的有效衔接与动态优化。同时,零碳示范区的稳定运行有赖于能源、建筑、交通和生态等系统的协同耦合,也离不开政府、企业和社会多主体之间的合作配合。数字化平台的引入,则为实时监测、智能分析和动态调控提供了关键支撑,使示范区运行管理逐步由经验驱动转向数据驱动。

#### [基金项目]

海南省高等学校科学研究项目“海南自由贸易港‘零碳示范区’多维度建设路径研究”(编号:Hnky2025-39);海南省哲学社会科学规划课题“新质生产力赋能海岛型乡村数字治理的机制路径研究”(编号:HNSK(ZC)25-145)。

#### [参考文献]

- [1]蒋庆哲,刘杨,蒲欣宇,等.零碳园区建设的系统路径、发展模式及治理生态[J].中国人口资源与环境,2025,35(5):13-23.
- [2]李明.碳中和背景下园区能源系统优化研究[J].能源工程,2023.

#### 作者简介:

张萌(1986—),女,汉族,辽宁沈阳人,硕士研究生,讲师,研究方向:生态旅游,旅游地理。