

能源革命推动雄安新区建设的总体思路与路径选择

马连湘, 姜铭, 雷仲敏, 李长胜, 邓玉勇, 王泽鹏, 田真

(青岛科技大学, 山东青岛 266061)

摘要: 基于国家对雄安新区规划建设的战略背景、战略定位、目标任务等要求, 搭建雄安新区规划建设对能源革命的需求分析模型框架。研究表明, 能源革命通过主动引领、主动变革、主动适应、主动保障参与推动雄安新区规划建设。通过分析得出能源革命主动推动雄安新区建设的路径: 主动引领雄安新区建设成为全球能源创新中心, 主动变革推动雄安新区能源运营模式变革, 主动适应雄安新区规划建设目标要求, 主动保障雄安新区安全、高效能源供给体系运行。能源革命通过能源综合运行系统工程、能源互联网工程、绿色智慧交通运输体系建设工程、超低能耗建筑建设工程、节能减排工程等重点工程, 构建雄安新区的绿色低碳、高效安全、友好智慧、引领未来的现代化城市能源供给体系, 对研究全球新一轮能源革命对雄安新区规划建设推进的总体思路、路径及相关政策具有借鉴意义。

关键词: 能源革命; 需求分析; 雄安新区; 规划建设

中图分类号: F206 **文献标识码:** A

Promoting the Construction of Xiongan New Area Through Energy Revolution: General Idea and Implementation Route

Ma Lianxiang, Jiang Ming, Lei Zhongmin, Li Changsheng, Deng Yuyong,
Wang Zepeng, Tian Zhen

(Qingdao University of Science and Technology, Qingdao 266061, Shandong, China)

Abstract: Based on the strategic background, positioning, and objectives of the planning and construction of the Xiongan New Area, an analysis model framework is established for the requirements for energy revolution during the planning and construction of this area. We conclude that energy revolution can actively promote the construction of the Xiongan New Area. Specifically, energy technology revolution can aid the Xiongan New Area to become a global energy innovation center; the energy operation mode of this area can be reformed through energy system revolution; the planning and construction requirements of the Xiongan New Area can be satisfied through energy consumption revolution; and a safe and efficient energy supply system can be ensured through energy supply revolution. Furthermore, an urban energy supply system that is green, safe, efficient, smart-friendly, and future-leading can be created in the Xiongan New Area through the energy revolution, particularly through key projects regarding energy integrated operation systems, energy Internet, green and smart transportation systems, ultra-low-energy buildings, and energy saving and emission reduction.

Keywords: energy revolution; demand analysis; Xiongan New Area; planning and construction

收稿日期: 2020-11-08; **修回日期:** 2020-12-23

通讯作者: 姜铭, 青岛科技大学副教授, 经济与管理学院副院长, 主要研究方向为能源经济、公司治理; E-mail: 18353258671@126.com

资助项目: 中国工程院咨询项目“推进能源生产和消费革命(2035)——能源革命推动经济社会发展和生态环境保护”(2018-ZD-11)

本刊网址: www.engineering.org.cn/ch/journal/sscae

一、前言

十九届五中全会提出要高标准、高质量建设雄安新区。雄安新区规划建设的世界眼光、国际标准、中国特色、高点定位理念，千年大计、国家大事的历史重任，打造高质量发展的全国样板，催生现代化经济体系新引擎的定位目标，以及构建绿色智慧新城市、建设生态城市、发展高端高新技术产业、提供高质公共服务、打造快捷高效交通网、深化体制机制改革、推动全方位对外开放等 7 项具体任务，均离不开以能源革命为核心的新一轮科技革命的支撑。为此，从其规划建设的战略定位和功能目标出发，研究全球新一轮能源革命对其规划建设推进的方向、路径、重点工程及相关保障政策有着十分重要的意义。

国务院发展研究中心“雄安新区能源发展规划研究”课题组在雄安能源规划方面做出了一些探索，从硬件基础设施和制度软环境方面同步打造了雄安新区能源规划的物理实体世界和数据虚拟世界 [1]，探索构建新时代下具有示范意义的零碳智慧绿色能源体系 [2]，课题组的相关成果在《河北雄安新区总体规划（2018—2035 年）》中有所体现。也有一些学者从绿色建筑 [3]、市民服务中心能源供应系统 [4] 等工程技术领域提出了解决方案，从各技术领域提供了有益探索。除此之外，一些研究也把雄安新区作为研究案例，提出了雄安新区能源生态系统的调适与优化的应对措施 [5]，并将雄安作为京津冀协同发展中的一极探讨了城市群整体的低碳协同发展问题 [6]。整体来看，《河北雄安新区规划纲要》提出要打造绿色低碳、安全高效、智慧友好、引领未来的现代能源系统，这就要求雄安承接国家能源革命战略实施。为此，本文从总体思路分析雄安新区规划建设对能源革命的战略需求，提出能源革命推动雄安新区规划建设的路径选择与重点工程，以期实现“国家智囊、能源智库”的作用，为雄安新区能源规划建言献策，推动高起点规划、高标准建设雄安新区。

二、理论分析与研究设计

雄安新区建设对能源革命的需求可以从两个方面进行解读：一是回答城市功能的能级提升和各方

面约束目标对能源革命提出的要求，即能源革命在雄安新区发展建设中为实现其功能目标能够提供哪些支撑，能源革命如何在确保雄安新区规划所确定的相关战略目标实现的同时，又能满足规划所限定的诸多约束性条件；二是在雄安新区现有的规划体系中，能源规划依然是一个位于被动和从属地位的保障性规划，即以需求侧约束为主导的供给侧规划，未能体现出以绿色、低碳、智慧为标志的新一轮能源革命对经济社会发展的创新引领作用，能源规划的任务依然被降维在功能保障层面。为此，在雄安新区规划建设中需要重新定位能源革命的地位作用，变能源在新区规划建设中的从属被动保障功能为主动引领创新功能。

从能源革命在推动雄安新区建设的任务可以看到，第一项任务是路径选择和手段应用，第二项任务是战略定位和协同创新。本研究根据城市能源系统与城市功能之间的分析，基于中央对雄安新区战略背景、战略定位、目标任务的要求，按照功能性需求、非功能性需求与约束性需求三个维度划分，采用功能分解和结构化分析的方法，应用 KANO 模型和 5why 分析法，可以构建起雄安新区建设对能源革命需求分析的基本逻辑框架。

三、雄安新区建设对能源革命的战略需求分析

（一）雄安新区规划建设的战略举措

根据中共中央 国务院关于《河北雄安新区规划纲要》的批复（2018 年 4 月 14 日）和国务院关于《河北雄安新区总体规划（2018—2035 年）》的批复（2018 年 12 月 25 日），建设雄安新区规划建设的战略举措包括：规划合理科学空间布局，打造新时代城市风范，打造优美自然生态环境，发展高端高新产业，提供优质共享公共服务，构建快捷高效交通网，建设绿色智慧新城，构筑现代化城市安全体系，保障规划有序有效实施，如图 1 所示。

（二）雄安新区建设对能源革命需求分析框架

按照马斯洛的需求层次理论，可以构建起雄安新区建设对能源革命需求的逻辑关系，如表 1、表 2、图 2 所示。

雄安新区建设对能源革命的需求涵盖了雄安新

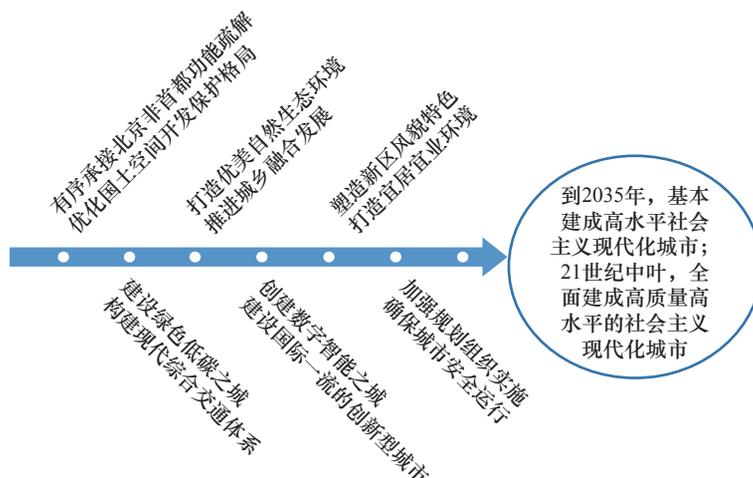


图1 雄安新区建设的战略举措

表1 雄安新区建设对能源革命需求的逻辑关系

国家战略使命	创新侧集聚	能源创新体系建设	主动引领	科学技术革命
功能层级	基本需求	能源革命内容	能源革命路径	能源革命任务
区域发展目标	管理侧变革	能源运营模式变革	主动变革	管理体制革命
自然条件约束	需求侧约束	能源利用方式变革	主动适应	能源消费革命
功能基本保障	供给侧保障	实现能源高质量供给	主动保障	能源供给革命

表2 四个主动与能源革命的关联性分析

四个主动	生产革命	消费革命	技术革命	体制革命	国际合作
主动引领	◎	◎	●	○	●
主动变革	◎	◎	○	●	○
主动适应	◎	●	◎	○	○
主动保障	●	◎	◎	○	○

注：○弱关联；◎中关联；●强关联。

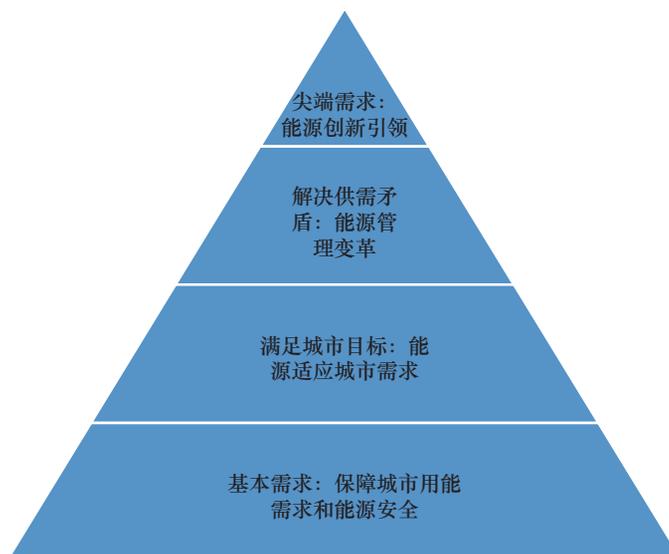


图2 城市功能对能源需求的层次结构示意图

区发展的各个领域和方方面面。为此，应当用能源革命的实际行动主动推动新区经济社会与生态环境的协调发展，应当根据能源的高质量发展，加快建设绿色低碳、智慧高效、安全可靠的现代能源系统。把雄安新区建设对能源革命的需求进行匹配，可以得出能源革命通过主动参与推动雄安新区建设的重点领域和实现路径，如图 3 所示。

四、能源革命推动雄安新区建设的路径

(一) 能源科技革命主动引领雄安新区建设全球能源科技创新中心

一是建设雄安国家能源大科学中心。根据国家战略需要和布局，依托首都重点能源研究机构，加快雄安能源重大科技基础设施建设，积极争取能源互联网、超强超短激光、国家聚变能源装置等大科学装置设施落户。依托中国科学院、能源央企、高校等能源研究机构，建设前沿物理、传统化石能源清洁高效利用、新能源大规模开发利用、核能安全利用、能源互联网和大规模储能以及先进能源装备

及关键材料等重点领域的国际前沿科学中心，形成有国际影响力的能源科研院所集群。雄安全球能源科技创新中心运行机制如图 4 所示。

二是建设能源领域关键与共性技术研发和转化平台。以绿色低碳为方向，在可再生能源、氢能、核聚变、智慧能源等领域先行布局一批开放式创新平台 [7]，攻克和开发关键共性技术，支撑战略性新兴产业实现跨越式发展 [8]。建设雄安新区国际技术转移中心、国际技术进出口促进中心、知识产权保护中心等专业化、市场化技术转移机构，加快未来能源技术标准体系建设，抢占国际能源产业竞争高地。

三是建设能源科技创新创业生态系统。搭建能源技术产业化公共服务平台，完善创新服务体系，从建设开放便捷的众创空间入手，按照“众创空间—孵化器—加速器”的孵化链条，打造一批创新要素集聚、产业特色鲜明、服务功能突出、具有较强辐射带动作用的孵化载体 [9]。立足能源前沿科技进行产业育成，并将孵化成果向周边相关产业园区转移。

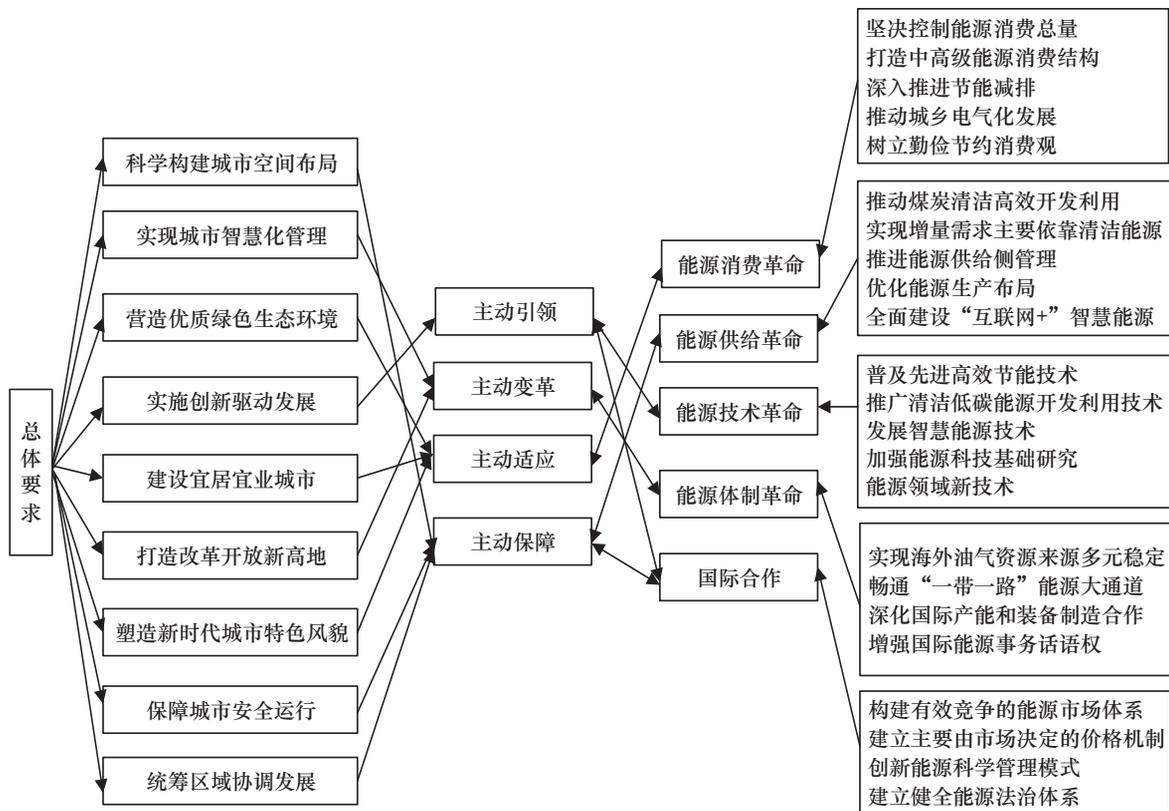


图 3 雄安新区建设对能源革命需求的逻辑框架图

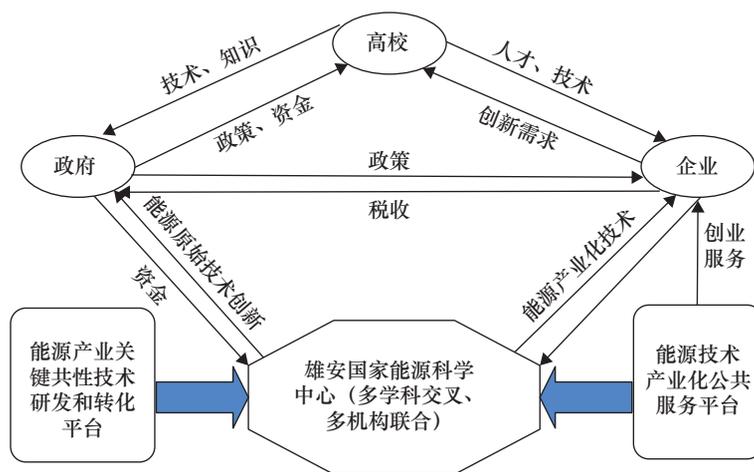


图4 雄安全球能源科技创新中心运行机制

(二) 能源体制革命主动变革雄安新区能源运营模式

对接雄安新区建设高质量发展的全国样板目标定位，承载贯彻落实新发展理念创新发展示范区的历史使命，把创新城市能源管理体制，推动能源运营模式变革，提供能源优质共享公共服务作为雄安新区建设的重要抓手 [10]。

1. 构建分散型、多中心、网络化的能源供给模式

首先，必须建设现代化能源系统，推动可再生能源走向主流，分布式供能系统实现多点布局，微电网成为大电网中最活跃的细胞，在各种能源子系统内实现数字化、信息化和智能化。其次，必须将传统的以大规模、集中式化石能源加工转换供给模式向分布式多元清洁绿色能源供给为主转变。充分发挥雄安新区地热能等清洁能源优势，建立区外清洁电力输入、区内分布式可再生能源发电、分布式地热、城市余热资源等为支撑的多元清洁绿色能源供给体系 [11]。再次，布局能源与负荷空间就地平衡配置，实现电能远距离大规模输送和分布式能源与负荷就地平衡相结合，使能源与负荷就地平衡成为雄安新区能源配置的主导方式。最后，构建分散型、多中心、网络化的点、站、源多层级能源系统架构，通过信息网络进行高效集成、协同优化调配，构建协同高效的“1+N”雄安能源供应网络。

2. 打造“源-网-荷-储”集成互补的智慧能源互联网综合运行模式

打造“源-网-荷-储”集成互补的智慧能源

综合运行模式，实现能源系统的横向多能互补，纵向“源-网-荷-储”协调优化。在功能上，实现多种能源协同、源网荷储协同、集中式与分布式协同，能源流（电、气、热、水）、交通流、信息流、资金流的多流合一。按照终端用户的需求将区域多种类的可再生能源和化石能源高效转换为不同种类和品位的适用能量，形成清洁能源循环生产、多种能源有序配置，以多能源系统集成优化功能、能源供需动态平衡控制功能和多用户群信息联网集成管理功能为目标，实现分布式能源的管理和决策、多用户群、多能源、多维度网状互动式动态管理。

3. 构建基于能源大数据的智慧能源综合服务体系

通过能源供应商的能源集成，为用户多样化需求提供最优能源系统解决方案；同时，对能源系统进行集成管理、统筹协调和优化，为终端用户提供参与能源市场和供需平衡的交易平台。由用户自主决策能源消费（包括节能）、生产、储存和交易，更好匹配不同能源生产和消费的时空分布差异，实现能源供需的动态平衡。

(三) 能源消费革命主动适应雄安新区规划建设目标要求

对接雄安新区建设高质量发展的全国样板目标定位，承载建设绿色生态宜居新城区、协调发展示范区的功能职责，主动适应雄安新区生态环境约束的自然地理特征，打造绿色低碳的能源可持续发展

全球样板 [12], 建设生态宜居新城区。

1. 构建绿色低碳示范城市

一是推动产业结构与能源消费结构互驱共进。大力发展现代生命科学和生物技术产业、新材料产业、新一代信息技术产业、高端现代服务业和绿色生态农业 [13], 实施绿色标准、绿色管理、绿色生产和智能生产, 建立绿色低碳能源消费机制。

二是超前规划建设绿色智慧交通体系。将数据流程整合作为核心, 来适应各种应用场景需求, 以物联感应、人工智能及移动互联等相关技术为支撑, 打造瞬时感知、实时响应、智能决策的新型智能交通体系。借助交通、信息、能源的“三网”合一, 示范如智能驾驶汽车等新型的载运工具, 以达成车、车路的智能协同, 实现一体化智能交通服务。

三是高标准建设低碳能源基础设施。建设社区、城镇(街道)能源管控中心。因地制宜推广地源热泵、分布式光伏发电和光热等能源利用新设备新技术, 建立新区能耗数据智能化采集, 鼓励和推广家庭能源管理系统或软件, 推进家庭能源信息系统建设。

四是倡导简约适度、绿色低碳的生活方式。从衣、食、住、行、用等方面, 引导居民日常生活从传统的高碳模式向低碳模式转变。倡导绿色低碳出行。提升步行至各类生活服务设施的便利程度, 鼓励居民采用步行、自行车、拼车、搭车、公共交通等低碳出行方式。

2. 建设绿色低碳社会

一是全面实施清洁能源替代工程。实行绿色供电的替代工程, 依托目前现有的冀中南特高压电网, 完善区域电网系统, 实现充分消纳如冀北、内蒙古等北部区域风电、光电, 构建跨区域、远距离、大容量的电力输送体系, 打造以接受区域外清洁电力能源为主、区域内分布式可再生能源发电为辅助的供电方式。依托国家气源主干通道和气源点, 构建多气源、多层次、广覆盖的城乡燃气供应体系。以科学合理利用新区地热资源, 综合利用城市余热资源, 合理利用新区周边热源, 中长期则应考虑布局氢能产业, 实施氢能替代工程 [14]。

二是建设近零排放示范区。综合利用建筑、交通、能源、工业等领域各种低碳技术、方法和手段, 实施碳中和、增加森林碳汇、碳交易等机制 [15], 建立碳排放监测管理体系, 实现区域碳排放趋近于零,

建设具有全国示范效应的近零碳排放示范区 [1]。

三是发展循环经济。建立循环的、可再生的城市发展模式, 开展 100% 再生能源计划和消除建立绿色循环城市的壁垒等问题 [16]。

(四) 能源供给革命主动保障雄安新区城市能源生命线

对接雄安新区城市智慧化管理、构建城市安全和应急防灾体系、提高能源安全保障水平的任务要求, 通过能源供给侧革命, 构建雄安新区的绿色低碳、高效安全、友好智慧、引领未来的现代化城市能源供给体系, 主动保障城市能源生命线系统的持续、稳定、安全运行。

1. 建设未来城市能源系统运行的示范样板

一是构建雄安新区综合能源供给体系。集成供电、供气、供暖、供冷、供氢和交通等城市能源系统的相关信息基础设施, 形成综合性的能源保障系统 [17]。通过多能流混合建模, 对多能系统规划、能源转化技术、智能调控、协同控制、综合评估 [18]、系统信息安全与通信以及能源交易和商业服务运行模式等关键问题, 提供多能系统分析的雄安能源保障路径, 如图 5 所示。

二是建设复杂多网流的能源供给管理系统。打造以电力系统为核心, 互联网及其他前沿信息技术为基础, 以分布式可再生能源为主要一次能源, 与天然气网络、交通网络等其他系统紧密耦合而形成的复杂多网流系统 [19]。

三是加快推进能源互联网建设。通过运用分布式能量储存装置形成燃气、电力、热力等能源网络的互联互通, 实现信息和能量的双向流通、能量对等互换与共享的智能能源网络, 充分发挥能源间互补的特性, 借助能源梯级利用提高终端能源的利用效率, 通过大数据和广域信息平台等基础需求侧的响应, 提高能源生产及能源传输设施的利用效率。

2. 建设未来城市智慧能源示范样板

一是构建雄安新区智慧能源体系。雄安新区的智慧能源要形成“低碳技术+IT技术的耦合”, 形成贯穿在能源生产、配送、供给、使用各个环节的综合性解决方案。

二是建设智能化的城市能源运行管理平台。基于现有电网设施, 紧密联系其他子系统, 达成数据互通、能源调度、能源交易、应用接口、汇集展示

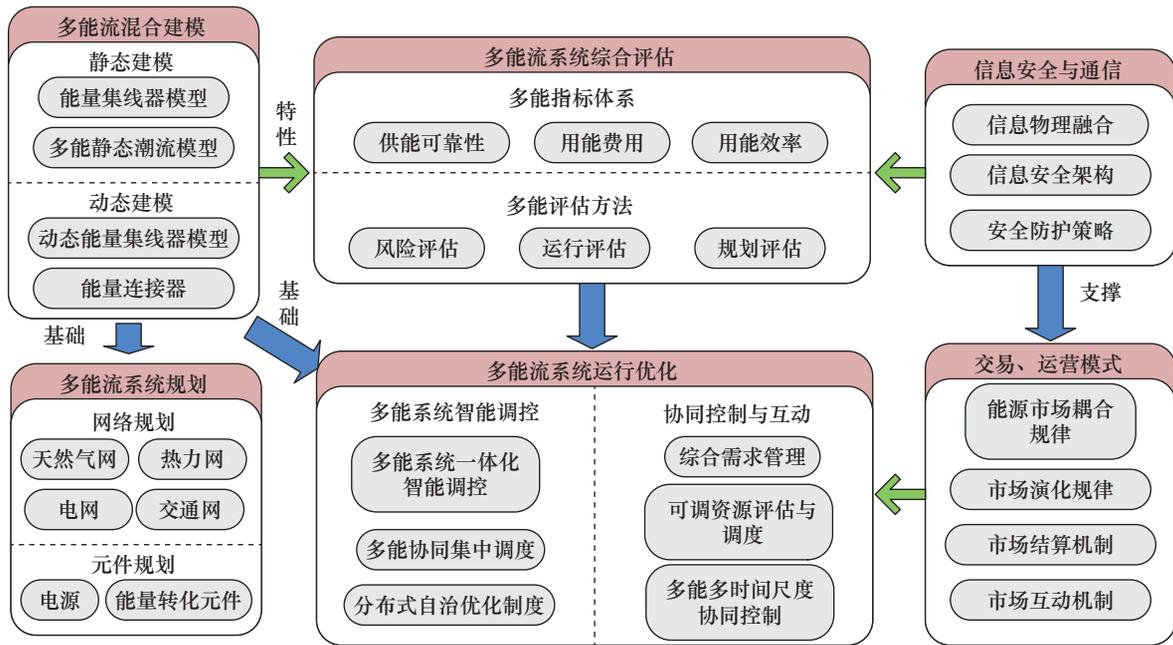


图5 雄安新区综合性能源保障系统关系图

等功能。实现数据采集“源-网-荷-储”的全方位覆盖和安全可靠传输，依托海量数据资源池形成数据共享和集中展示功能，根据人工智能和相关大数据分析，实现能源的优化调度。

3. 建设智能化的城市能源安全运行系统

一是建设以能源安全为核心的基础设施。增强适应性、应急性，提升城市能源整体韧性水平，打造绿色低碳、安全高效、智慧友好、供需平衡的能源系统。通过提出网络波动性、随机性的平抑和风险策略，全面考虑集群性符合相应特性和多能源之间的替代转换，实现储能在平衡能源时间、空间差异层面的作用进行多能源统一调控。

二是打造市政公共服务设施的交互管理子平台。借助能源的负荷特性与其用户之间的关联关系实现支撑其他子系统运行的目的，如负荷特性异常突变对于城市的防灾系统及应急系统定位的协助等。保证城市区域用能优先，若各子系统出现故障，可通过能源系统集中调度，实现故障区域用能得到优先保障等。

五、能源革命推动雄安新区建设的重点工程

（一）能源综合运行系统工程

能源综合运行系统主要包括“源-储-网-

售-用-云”各业务板块。具体而言，“源”包括石油、电力、天然气等多种能源资源，也包括引入更多的清洁能源，如太阳能、风能、地热、生物质能源；“储”指的是储能系统，包括储热系统、蓄冷系统、储电系统以及其他形式储能系统和设施；“网”主要指微电网、供热网、天然气网；“售”主要指提供用户个性化能源服务方案和综合能源交易；“用”主要指通过提升储能和分布式能源的服务质量，不断优化用户用能体验，满足用户个性化能源需求；“云”主要指借助互联网、大数据等的综合管理控制平台或云平台，建设“源-网-荷-用-储”协调控制系统。

（二）能源互联网工程

1. 多能互补集成优化示范工程

一是多能互补综合能源技术模式。利用能源和信息技术，将能源网、物联网和互联网进行高效集成，融合分布式天然气热电联供和多种可再生能源，形成现代能源体系解决方案。基于涵盖配电网、多种分布式能源、用户用能特性和用能需求等实时运行数据的多维信息模型，搭建多元信息交互的综合能源管控与服务平台，集成需求用能智能响应、用能咨询、用能监测、用能培训、个性化供能设计、能效诊断、用户能源托管、能源交易等功能模块，

开展冷、热、电、储等多种能源形式的综合交易，从而构建兼顾能源供应商、配售电公司、多元用户、园区管理委员会等多主体合作共赢的多能互补综合能源系统市场化运营模式。

二是泛能微电网电力供应新模式。将新区内所有的冷、热、电关联用户及有效的储能设施纳入区域能源网络统一管理之中。能量来源以管道燃气、大电网外购电能、泛能站与分布式光伏供电/热能为主。并辅助以储能电站、冷/热储能系统以及电动汽车闲置期间提供的部分电能。

2. 智慧能源建设示范工程

一是智慧供热。未来雄安新区的多热源联网城市管网系统，依靠传统的人工调节调控已无法适应源、网优化调控的要求，要实现“精准供热、按需供热”、实现供热系统节能降耗，必须构建覆盖热源—一次热网—热力站—二次热网—热用户的数据信息系统，建立智慧供热解决方案下的供热智能优化运行系统。基于供热热源、供热管网、热力站、热用户的数据信息采集和远程监控的智慧供热节能技术，将是雄安新区智慧供热的方向。

二是智慧供气。雄安新区的智慧供气系统要按照云、管、端的系统架构来建设，以此来满足雄安未来需求，具体方案包括终端层、网络层、云平台 and 燃气应用层，通过物联网、云计算、大数据等支撑智慧供气应用的构建和快速上线，通过数据采集仪、管压、管网调度等在线监测设备和网络，实时感知城市燃气系统的运行状态，并采用可视化的方式有机整合燃气管理部门与燃气设施，形成“城市燃气物联网”。

三是智慧供电。雄安新区的智慧供电是以可再生能源为基础，将分散的能源采集点整合起来，通过智能电网进行整合、分配，最大限度地实现能源的有效利用，实现电网的可靠、安全、经济、高效、环境友好的目标，并维持经济的高效和可持续发展。

（三）绿色智慧交通运输体系建设工程

打造“安全、便捷、高效、绿色、智能”交通体系，实现各种交通方式的顺畅换乘和无缝衔接，实现京津冀交通网络化智能化管理、一体化服务。

1. 建设便捷高效的市内交通体系

根据网络化、集约型、多模式原则，将起步区

和外围组作为主体布局轨道交通网络，搭建起步区与外围城镇组团的便捷联系，并参考新区建设的步骤和人口规模及交通出行需求，进行有序的轨道交通建设。加大对规划的有效控制并预留市域、区域轨道交通的通道走廊空间；设计中低运量的轨道交通系统，以衔接大运量轨道交通。

打造功能完备新区骨干道路网。将原线位改造为城市快速路，形成起步区与相邻市县的快速通道，打造全覆盖、网络化布局的骨干道路网络。打造快速公交专用通道，提高公共交通的出行效率。因地制宜构建高效快速的公交专用通道，且兼顾物流配送；提升公交系统效率，增强安全性、便捷性和舒适度，形成智能化、高品质的公交和物流配送服务。打造由分拨中心和社区配送中心组成的两级城乡区域公共物流配送设施体系，构建智能、集约、共享的物流体系。

构建内外衔接的绿色网络。构建区域绿道、城市绿道、社区绿道的三级网络，并由城市绿道贯穿各综合公园、社区公园，构成城乡一体、区域联动的区域绿道体系。营造舒适独立的绿道环境，规划适宜骑行、步行的慢行道系统，并与机动车空间隔离，实现市民休闲、健身、娱乐功能，匹配满足慢行要求的相关设施，以满足群众性文体活动和相关赛事需求。

2. 规划建设智能交通系统

全方位提升交通智能化水平。硬件、软件、终端及网络建设同步实施，推进道路、运载工具、控制系统的全方位互联互通。

积极推行新能源汽车等新型的交通运输工具，示范应用多种共享化智能运载工具，构建需求相应型定制化公共交通系统，探索打造智能驾驶和物流系统 [20]。形成数据驱动智能化协同管控系统，发展智能驾驶运载工具联网联控，实行交叉口通行权的智能分配，维护系统运行安全，提升系统运行效率。

（四）超低能耗建筑建设工程

1. 充分释放建筑节能潜力

完善雄安建筑节能标准体系，积极发展绿色建筑，构造绿色建筑评价、建材论证与标识制度，提升建筑节能标准，推广超低能耗建筑，提升新建建

筑的能效水平，增大节能建筑比例。

加快既有建筑节能和供热计量改造，推行公共建筑能耗的限额制度，对于重点城市公共建筑及学校、医院等公益建筑实施节能性改造，推广投用绿色建筑材料，大力发展装配式建筑。

2. 推动被动房发展和建设

出台低能耗建筑和被动房相关的节能规定，制定一系列配套制度，如制定建筑能耗审计制度，限制最大能耗值，形成阶梯分级电价，支持节能，惩罚浪费。提高节能标准修订的频率，且于执行过程中加大法律强制性；在法律政策方面，为实现更多投资商投资被动房，采取对达到一定标准的低能耗建筑予以经济激励 [21]；在设备部品方面，增大建筑节能技术、产品及相关应用技术的研发投入，通过产品能效测评标识和技术、产品认证等有效手段达成规范建筑节能市场的目的；在居民生活习惯方面，在住宅设计中兼顾通风换气与热量回收循环系统，综合考虑节能和生活习惯；在使用维护方面，向物业和和业主分别发放专门管理或生活使用指导手册，实现对日后被动房维护和使用的指导作用；在节能宣传方面，继续扩大建筑节能宣传范围，提高房地产开发、设计、施工和监理企业的社会责任意识 [22]。

（五）节能减排工程

充分考虑雄安城市建设安全性、空间布局合理性及清洁能源高效利用科学性，依照先地下后地上统筹的规划理念，打造新区地下的三维空间大数据平台，以实现城市地上空间的规划建设、地下的综合管廊及综合体建设、地下水及清洁能源的资源开发利用的需求。同时，还需创建地下勘察和能源资源高效开发利用的数字化综合管理服务云平台。

推广绿色智能家居、家电等相关生活节能技术，推动新型保温材料、墙面反射涂料、高效节能门窗及玻璃、绿色照明、智能家电等技术的发展，鼓励研发近零能耗建筑技术和对既有建筑能效提升的技术，积极推行太阳能、地热能及空气热能等可再生能源的建筑规模化应用技术。

利用芦苇、厨余垃圾等制取生物质能，以实现资源可再生利用。白洋淀内部及周边村镇可利用丰富的芦苇等植物生产生物质能，就近满足部分能源

供应的需求。确保新区生态系统的完整性，蓝绿空间占比稳定在 70% 左右 [23]。充分利用园林垃圾、农业秸秆等再生资源，能够有效解决部分乡镇的能源供给问题。此外，充分利用高温焚烧、水源热泵等相关技术，以实现垃圾、污水等资源的高效利用。

参考文献

- [1] 国务院发展研究中心“雄安新区能源发展规划研究”课题组. 雄安新区零碳智慧绿色能源体系的实现路径 [J]. 发展研究, 2018 (9): 16-19.
The State Council Development Research Center “Xiongan New District Energy Development Planning Research” Research Group. Zero-carbon smart green energy system in Xiongan New District realization path [J]. Development Research, 2018 (9): 16-19.
- [2] 国务院发展研究中心“雄安新区能源发展规划研究”课题组. 打造雄安零碳智慧绿色能源体系 树立新时代能源高质量发展标杆 [J]. 发展研究, 2019 (1): 74-78.
The State Council Development Research Center “Xiongan New District Energy Development Planning Research” Research Group. To build Xiongan zero carbon smart green energy system and set a benchmark for high quality energy development [J]. Development Research, 2019 (1): 74-78.
- [3] 田露, 孙王琦, 王雯翡, 等. 高质量绿色建筑探索与实践——以雄安市民服务中心项目为例 [J]. 建设科技, 2020 (2): 55-59.
Tian L, Sun W Q, Wang W F, et al. Exploration and practice of high quality green building —Taking Xiongan Citizen service center project as an example [J]. Construction Technology, 2020 (2): 55-59.
- [4] 钱辉金, 徐亮. 雄安新区市民服务中心能源供应系统设计及运行分析 [J]. 供热制冷, 2019 (8): 20-21.
Qian H J, Xu L. Energy supply system design and operation analysis of Xiongan New District citizen service center [J]. Heating and Cooling, 2019 (8): 20-21.
- [5] 朱守先. 基于极端气候事件能源生态系统的调适与优化——以雄安新区为例 [J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(6): 64-72.
Zhu S X. Adjustment and optimization of energy ecosystem based on extreme climate events: A case study of Xiongan New District [J]. China Population, Resources and Environment, 2020, 30(6): 64-72.
- [6] 张雪花, 许文博, 张宝安. 雄安新区对京津冀城市群低碳协同发展促进作用预评估 [J]. 经济地理, 2020, 40(3): 16-23, 83.
Zhang X H, Xu W B, Zhang B A. Pre-evaluation of the role of Xiongan New District in the low carbon synergy development of Beijing-Tianjin-Hebei urban agglomeration [J]. Economic Geography, 2020, 40(3): 16-23, 83.
- [7] 熊鸿儒. 全球科技创新中心的形成与发展 [J]. 学习与探索, 2015 (9): 112-116.
Xiong H R. The formation and development of a global science and technology innovation center [J]. Study and Exploration, 2015 (9): 112-116.
- [8] 许强, 杨艳. 公共科技创新平台运行机理研究 [J]. 科学学与科

- 学技术管理, 2010, 31(12): 56–61.
- Xu Q, Yang Y. Research on the operation mechanism of public science and technology innovation platforms [J]. *Science and Management of Science and Technology*, 2010, 31(12): 56–61.
- [9] 陈搏. 全球科技创新中心评价指标体系初探 [J]. *科研管理*, 2016 (37): 289–295.
- Chen B. A preliminary study on the evaluation index system of global science and technology innovation centers [J]. *Science Research Management*, 2016 (37): 289–295.
- [10] 杜祥琬, 刘晓龙, 葛琴, 等. 建设“无废雄安新区”的几点战略建议 [J]. *中国工程科学*, 2017, 19(4): 115–118.
- Du X W, Liu X L, Ge Q, et al. Several strategic suggestions for the construction of “No-waste Xiongan New District” [J]. *Strategic Study of CAE*, 2017, 19(4): 115–118.
- [11] 林伯强. 能源革命促进中国清洁低碳发展的“攻关期”和“窗口期” [J]. *中国工业经济*, 2018 (6): 15–23.
- Lin B Q. The energy revolution promotes China’s clean and low-carbon development in the “technical period” and “window period” [J]. *China Industrial Economics*, 2018 (6): 15–23.
- [12] Li J F, Ma Z Y, Zhang Y X, et al. Analysis on energy demand and CO₂ emissions in China following the energy production and consumption revolution strategy and China Dream target [J]. *Advances in Climate Change Research*, 2018, 9(1): 16–26.
- [13] 常俸瑞, 曾子豪. 供给侧改革下能源产业结构转型路径研究 [J]. *煤炭经济研究*, 2018, 38(12): 12–16.
- Chang F R, Zeng Z H. Research on the transformation path of energy industry structure under supply-side reform [J]. *Coal Economic Research*, 2018, 38(12): 12–16.
- [14] 庞忠和, 孔彦龙, 庞菊梅, 等. 雄安新区地热资源与开发利用研究 [J]. *中国科学院院刊*, 2017, 32(11): 1224–1230.
- Pang Z H, Kong Y L, Pang J M, et al. Research on geothermal resources and development and utilization of Xiongan New District [J]. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2017, 32(11): 1224–1230.
- [15] Mathews J A, Kidney S, Mallon K, et al. Mobilizing private finance to drive an energy industrial revolution [J]. *Energy Policy*, 2010, 38(7): 3263–3265.
- [16] Selosse S, Garabedian S, Ricci O, et al. The renewable energy revolution of reunion island [J]. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2018, 89: 99–105.
- [17] 康慧. 雄安新区供暖模式探讨 [J]. *中国能源*, 2018, 40(4): 30–35.
- Kang H. Discussion on the heating mode of Xiongan New District [J]. *Energy of China*, 2018, 40(4): 30–35.
- [18] Tan X, Yan X Q, Jun L, et al. Power grid morphological positioning and assessment method in the energy revolution [J]. *Energy Procedia*, 2018, 152: 1176–1181.
- [19] 王锡凡, 邵成成. 助力能源革命的多频率电力系统 [J]. *中国电机工程学报*, 2018, 38(21): 6195–6204, 6481.
- Wang X F, Shao C C. Multi-frequency power system to help the energy revolution [J]. *Proceedings of the CSEE*, 2018, 38(21): 6195–6204, 6481.
- [20] 徐乐, 赵领娣. 重点产业政策的新能源技术创新效应研究 [J]. *资源科学*, 2019, 41(1): 113–131.
- Xu L, Zhao L D. Research on the new energy technology innovation effect of key industrial policies [J]. *Resource Science*, 2019, 41(1): 113–131.
- [21] Su C W, Meng Q, Ran T, et al. Financial implications of fourth industrial revolution: Can bitcoin improve prospects of energy investment? [J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2020, 158: 120–178.
- [22] Tsvetkova A, Partridge M. The shale revolution and entrepreneurship: An assessment of the relationship between energy sector expansion and small business entrepreneurship in US counties [J]. *Energy*, 2017, 141: 423–434.
- [23] 刘俊国, 赵丹丹, 叶斌. 雄安新区白洋淀生态属性辨析及生态修复保护探讨 [J]. *生态学报*, 2019 (9): 1–6.
- Liu J G, Zhao D D, Ye B. Analysis of the ecological attributes of Baiyangdian in Xiongan New District and discussion on ecological restoration and protection [J]. *Acta Ecologica Sinica*, 2019 (9): 1–6.