

新质生产力视角的数据中心建设与空间规划策略*

Data Centers Construction and Spatial Planning Strategies: A Perspective of Developing New Quality Productive Forces

徐素 赵民

XU Su, ZHAO Min

关键词 新质生产力; 新基建; 数据中心; 新城新区; 规划策略

Keywords: new quality productive forces; new infrastructure; data centers; new towns & districts; planning strategies

中图分类号 TU984 文献标志码 A
DOI 10.16361/j.upf.202501005
文章编号 1000-3363(2025)01-0034-06

作者简介

徐素, 华东理工大学景观规划设计系副教授、硕士生导师, xusutju@126.com
赵民, 同济大学建筑与城市规划学院、自然资源部国土空间智能规划技术重点实验室教授、博士生导师, 通信作者, zhaomin@tongji.edu.cn

摘要 数据中心是新时代的重要新型基础设施, 对于支撑国家重大战略布局、促进实体经济和数字经济深度融合发展具有现实和深远意义。以新质生产力的视角, 研判数据中心的布局态势和建设选址偏好, 探讨其与新城新区规划建设的关联性。数据中心建设不仅对电力、水源及土地等环境资源的要求很高, 而且还需要确保技术服务的可持续性和直接间接用户的便捷接入, 以满足多方主体的复杂需求。相对而言, 超大型数据中心偏好成本低和自然降温条件良好的地区以降低运维成本, 大中型数据中心选择靠近主要市场的城市或经济区以减少数据传输延迟, 小型数据中心显示出高度的布局灵活性。数据中心通常选址于大城市周边, 缘于用户市场、地理环境、网络基础设施、财税政策和防灾措施等的综合影响。新城新区作为数据中心的主要载体, 不仅契合数据中心建设选址的准则, 而且有助于区域功能培育和支撑新质生产力发展。

Abstract: Data centers, as a critical form of new infrastructure, plays an important role in supporting national strategies and integrating real and digital economies. This paper examines data center layout and site selection from the perspective of new quality productive forces, focusing on their relationship with the development of new towns and districts. Data centers not only require substantial resources, such as electricity, water, and land, but also sustainable services and user accessibility. Hyper-scale centers favor low-cost, naturally cooler regions to minimize operational expenses, while medium and large centers prioritize proximity to markets to reduce latency. Small centers exhibit greater locational flexibility. Domestic and international case studies show a preference for city peripheries, influenced by factors such as user markets, geography, infrastructure, policies, and disaster resilience. New towns and new districts, as favored sites for data centers, align with site selection criteria, enhance regional functionality, and foster new quality productive forces, offering fresh opportunities to advance urban development.

* 上海市哲学社会科学规划课题“超大城市新城建设的功能定位与优化路径研究”(项目编号: 2023BCK009)

新质生产力是以新技术深化应用为驱动，以新产业、新业态和新模式快速涌现为重要特征，进而构建起新型社会生产关系和社会制度体系的生产力^①；发展新质生产力与城市规划有着多层关联逻辑，需要城市空间创新创造以形成强有力的空间支撑，并通过数智技术创新，以逐步催生城区的新质生产力发展^{①-③}。数据中心是数字经济产业链的核心环节，不仅是新型基础设施建设的关键组成部分，也是新质生产力的表征和支点，在全球创新型经济的发展中有着至关重要的作用。随着企业技术的升级及人工智能研发应用的深入，大数据作为新生产要素对经济增长的贡献日益显著。此外，智能政务和城市管理等领域对高性能计算能力的需求也不断增长，进一步推动了数据中心的需求扩展。在全球范围内，技术巨头如微软、谷歌、亚马逊正投资数百亿美元建设新的数据中心，埃隆·马斯克的公司近期也斥巨资在孟菲斯建设10万卡级超算中心，并宣告启动全球最强大之一的AI训练集群。

我国在全球数据中心建设竞争中的战略布局事关在人工智能时代能否占据领先地位。国家层面已从扶持单一数据中心建设，到成立专门机构，再到实施体系化的战略规划，彰显了对数据中心建设的高度重视和全面推进决心。2024年7月召开的党的二十届三中全会通过了《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》，明确提出要“构建新型基础设施规划和标准体系，健全新型基础设施融合利用机制”。在新时代的新基建政策推动下，数据中心的空间布局 and 科学规划具有战略意义。本文旨在分析数据中心的布局趋势，研究其建设选址的影响因素，并探讨其与新城新区规划建设的相关性，其意义在于从供给端角度优化新型生产关系，以助力营造高质量发展的新区位^④。

1 新型基础设施：面向新质生产力的基础设施

1.1 数据中心作为新型基础设施的特征

基础设施通常指为社会提供必需服务、公共设施和物理系统的集合，如交

通网络、电力供应和水务系统。这些设施支撑日常生活和经济活动的正常进行，是社会运行的基础，具有持久性、资本密集性、公共性和网络性等特征。在数智时代，学者们^⑤提出了“城市大脑”理念，作为城市基础设施的一项基本配置。数据中心作为数智时代的新建设施，除了具有传统基础设施的特性，还具有如下显著特征：一是侧重于信息处理和技术应用，且超越传统物理形态而提供服务。二是技术的快速发展要求数据中心持续进行系统升级，速度远超传统基础设施。三是数据中心的运行依赖大量电力支持，其能耗和冷却需求对环境的影响显著。四是数据中心的性能发挥高度依赖稳定而快速的网络连接，网络质量直接影响服务效果和效率。

此外，数据中心建设选址因其复杂的服务需求和面向多方的特性，与传统基础设施或企业的选址很不同。作为数字基础设施的核心，数据中心服务于广泛的客户群，包括政府与企业，且涉及多方主体，如出资方、实施方、运营方和模型开发商等（图1）。客户及其需求的多样性均会直接和间接地影响数据中心的性能配置与建设选址。因此，其布局和选址既要符合其本身对成本、环境、技术的要求，更要使本地和国际用户能很方便地接入。

1.2 新质生产力视角下的数据中心建设

与有为政府

新质生产力的发展不仅有赖于有效市场的自由竞争来驱动技术革新和效率提升，也需有为政府在适当时机提供支持以克服外部性问题和新基建的瓶颈限制^⑥。新基建的基础设施基本特性也使得政府无法因为其高度的市场化、民营化而回避自身应该承担的终极责任^{⑦-⑧}。

数据中心的供给端曾面临一线城市的选址与能耗限制等挑战^⑨。尽管我国的数字基础设施建设已经取得了显著成就，但供需矛盾依然存在。上海、北京等超特大城市在数据中心供给政策上经历了多次调整，一方面反映了数据中心建设在资源日益紧张的超特大城市所面临的挑战，另一方面也表明了城市管理者对数据中心在技术和经济社会发展中的重要性认识正在加深。作为有为政府，应可通过数据中心布局和建设选址优化来化解所面临的空间资源矛盾。政府的战略性举措与市场机制的有效结合是推动数字经济和新质生产力可持续发展的关键。

2 我国数据中心布局概况和建设选址准则

2.1 我国数据中心布局概况

2022年，针对东部地区算力需求大、但受能耗限制和电力成本高的问题，国家发展改革委联合有关部门全面启动了

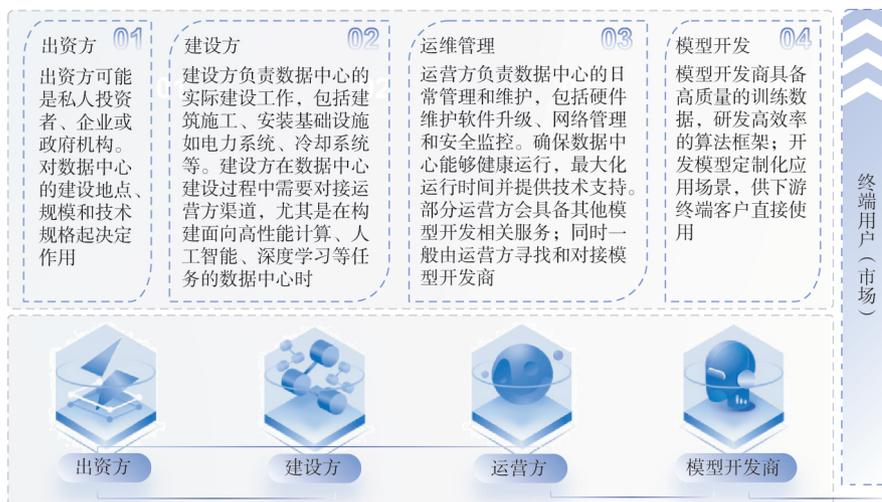


图1 数据中心建设和选址涉及的主体

Fig.1 Key stakeholders involved in data center development and site selection

“东数西算”跨区域资源调配项目，规划建设京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝等国家算力八大枢纽和张家口、芜湖和林格尔等十大算力集群。此外，贵安、阳泉、乌兰察布、中卫和克拉玛依被称为“中国数据中心五城”。从时间维度分析，2018年我国数据中心主要集中于东部沿海地区及核心城市，如北京、上海、广州及周边地区，中西部和北部较少^[9]。目前，数据中心设施的65%以上集中在三大城市群，这对应了企业总部和金融及互联网公司的集聚态势。到了2024年，这种集中状态愈加明显。据2024年9月底的POI数据分析（关键词为“数据中心”与“大数据中心”），以数据中心的数量考察，广东、北京、上海、江苏的市场份额超过1/3（35.88%），显示了省际分布的高集中度。以城市为单位，数据中心主要集中在一线城市及经济发达地区，北京、上海、广州和深圳

等20个城市占全国市场份额的38.14%，这显示了数据中心分布与经济发展程度的关联性，见表1。

2.2 数据中心建设选址准则

数据中心布局是一个复杂且多维度的决策过程，涉及经济、环境、技术和社会等多方因素^[10-11]。在宏观布局既定下，选址的核心目标是通过优化资源利用、控制成本和管理风险来确保数据中心的长期高效和可持续运营。

2.2.1 相关政策和标准

关于数据中心的规划和建设已经出台过多项政策文件。如：2013年工业和信息化部《关于数据中心建设布局的指导意见》提出了合理选址、长远规划、合理布局的要求，《关于进一步加强通信业节能减排工作的指导意见》，则规定新建数据中心的功耗效率（PUE）值应低于1.4。2015年工业和信息化部发布的

《电信业务分类目录（2015年版）》将数据中心业务纳入IDC业务类别，明确了市场准入要求。2015年国务院发布的《促进大数据发展行动纲要》提出要整合分散的数据中心资源，以提高数据处理效率。在标准化方面，国标《数据中心设计规范》（GB/50174—2017）详细规定了数据中心在电力、通信、环境等方面的微观选址具体要求。

2.2.2 数据中心的选址准则

据有关研究，数据中心布局须遵循需求导向、成本导向、运营环境及安全等四大原则^[12]。本文将归纳为需求导向、成本导向和风险管理导向这三个主要维度，相应阐释数据中心建设的选址准则。

(1) 需求导向

需求导向强调市场需求和技术要求对数据中心建设选址的直接影响。信息技术的发展提高了对数据处理速度和效率的要求，数据中心需要靠近网络骨干和主要用户集群以降低延迟和提高响应速度。光纤连接质量、网络服务可用性和数据传输能力也是重要考量因素，特别是对于需要处理高实时性大数据的应用，地理位置的合理选择极为关键。

(2) 成本导向

成本导向关注数据中心建设选址的经济效益，涵盖初期建设及长期运营成本。土地、建材等影响初期建设成本，而电力价格和稳定性、气候环境、高速互联网接入能力、服务可得性和交通便捷性等影响长期运营成本。能源消耗，尤其是电力和冷却效率对运营成本影响显著；在适宜的气候条件下，应用自然冷却技术可以有效降低能耗。国家及地区的政策与法规亦显著影响成本，例如：我国的“新基建”政策涉及为数据中心提供土地、能源和财政支持；美国和欧洲则通过税收优惠或补贴促进建设；印度等国的数据中心增长也得益于税收激励。

(3) 风险管理导向

风险管理导向侧重于评估选址过程中潜在的环境和政策风险，这与数据中心重要的灾备功能密切相关。环境风险指区域内的自然灾害风险，如地震和洪水以及气候灾害等。在选择过程中也要特别注意环境质量，避开污染严重区域。

表1 数据中心数量排名前20的城市及所在省

Tab.1 Top 20 cities by number of data centers and their respective provinces

排名	城市	数据中心数量/个	所在省或直辖市	市场份额/%	至最近地级市驻地中心的平均距离/m
1	北京市	114	北京	8.61	19 275
2	上海市	102	上海	7.70	19 126
3	广州市	63	广东	4.76	20 287
4	深圳市	37	广东	2.79	15 772
5	武汉市	35	湖北	2.64	19 057
6	天津市	31	天津	2.34	23 155
7	重庆市	31	重庆	2.34	30 568
8	杭州市	28	浙江	2.11	20 050
9	东莞市	21	广东	1.59	17 028
10	苏州市	21	江苏	1.59	26 737
11	成都市	20	四川	1.51	22 405
12	廊坊市	18	河北	1.36	13 881
13	沈阳市	17	辽宁	1.28	10 228
14	郑州市	17	河南	1.28	19 906
15	佛山市	17	广东	1.28	17 095
16	张家口市	15	河北	1.13	54 935
17	青岛市	15	山东	1.13	33 286
18	大连市	15	辽宁	1.13	18 032
19	南京市	14	江苏	1.06	16 635
20	济南市	14	山东	1.06	20 511
	合计	645		48.69	21 898.45(平均)

注：“至最近地级市驻地中心的平均距离/m”由地级市范围内的数据中心POI至所在地级市驻地估算得出

国家及地区政策的稳定性、法律体系的健全性及信息安全政策等也是数据中心建设选址需要考虑和管理的因素。

综上所述，数据中心选址的决策必须综合考虑市场服务、自然条件、基础设施、能源供应、政策环境、建设及运营成本和风险管控等诸多因素。综合而言，数据中心建设倾向于选择电价低廉、能源供应充足、气候条件适宜且自然灾害风险较低的地区；同时，随着云计算、大数据等技术的发展和数据中心应用场景的多样化，其功能和规模将持续演变，这使得选址考量也更趋复杂化。

2.2.3 不同类型数据中心的选址偏好

基于服务对象和规模大小，数据中心可以从不同角度进行分类。按照规模可以分为超大型、大型和中小型数据中心；按照服务对象可以分为国家数据中心、互联网数据中心和企业数据中心；按照运营模式又可分为自建和托管数据中心。见表2。

综合而言，超大型数据中心专为处理庞大数据量及高性能计算任务而设计建造，通常为国家级数据中心，或由云服务提供商诸如亚马逊AWS、微软Azure及谷歌云等建设运营。超大型数据中心代表国家或企业的核心科技实力，数量较少，但规模庞大，对成本和风险的敏感性较高，需重点考虑气候环境、能源供给等因素，主要用于存储冷数据以及对时效性要求不高的数据，通常选址在建设成本和计算成本较低的地区，如我国建设的八大国家算力枢纽节点（超算中心）。

大型数据中心一般为互联网数据中心，向客户提供互联网基础平台以及各种数据增值服务，多个客户共用一个数据中心设施，客户可以租用机架、房间或整个数据中心的部分空间；服务商负责数据中心的物理设施和基础设施，如电力、冷却和安全，而租户则负责自己的设备和数据管理。这类数据中心既要考虑能源供应和气候环境，更重要的是要接近服务市场和客户。大中型数据中心主要服务于云计算，这类数据中心通常位于核心城市，以便靠近客户、降低网络延迟，并利用城市内人才资源密集的优势来处理高频热数据，如上海的外高桥数据中心园区以及青浦、临港等在

建的数据中心。

企业或机构也可以自建数据中心并运营，一般规模较小。这些公司通常出于安全性、数据控制、特定业务需求或降低长期租赁成本的考虑而选择自建数据中心，主要选址在企业内部或者接近客户所在地，依企业和市场情况灵活部署。针对实时性和安全性要求极高的应用场景，在边缘网络中部署的小型及微型IDC数据中心，通常位于用户密集区域，以实现超低延迟和高度本地化的服务，如分布于我国城市地区的金融和银行等数据中心。见图2。

3 数据中心建设的国际经验

3.1 美国的数据中心建设

美国较早就开始布局数据中心，已成为全球数据中心行业增长的领军者。弗吉尼亚州、得克萨斯州和加利福尼亚州是其数据中心建设的主要区域；其次是伊利诺伊州、佐治亚州和内华达州等，主要集中在西部和东南部地区。其中的弗吉尼亚州阿什本市已发展成为全球最大的数据中心聚集地，亚马逊AWS、微软、谷歌和Meta等科技巨头均在此地设立了其主要数据中心。

美国的数据中心建设布局反映了市

表2 数据中心的分类及其对不同选址因素的敏感性解析

Tab.2 Classification of data centers and analysis of their sensitivity to different site selection factors

	类别	特征	需求导向	成本导向	风险管理导向
处理规模	超大型数据中心 (HDC)	规模大于10 000个标准机架的数据中心	★	★★★★	★★★★
	大型数据中心 (LDC)	规模介于3000—10 000个标准机架的数据中心	★★	★★	★★
	中小型数据中心 (SME-DC)	规模小于3000个标准机架的数据中心	★★★	★	★★★★
服务对象	国家数据中心 (NDC)	由政府投资建设的公共服务数据中心	★	★★★★	★★★★
	互联网数据中心 (IDC, 也称托管数据中心)	由IDC服务商搭建,向客户提供互联网基础平台服务及各种增值服务的数据中心	★★	★★	★★
	企业数据中心 (EDC, 也称自建数据中心)	由企业或机构自建并所有,服务于企业或机构自身业务的数据中心,是一个企业数据存储、运算和交换的核心计算环境	★★★	★	★★★★

注：星号数量越多，表示对该类因素越敏感

资料来源：作者根据数据中心分类参考中商产业研究院《2024年中国数据中心行业市场前景预测报告》整理



图2 中国电信临港智算中心一期规划图

Fig.2 The design of China telecom's Lingang data center i

注：一期占地119亩（约7.9 hm²），介于超大型至大型规模之间，规划承载10万卡智算集群
资料来源：临港算力（上海）科技有限公司公众号

场经济、地理环境、基础设施、财税政策等的综合影响。诸如弗吉尼亚州和得克萨斯州，以其发达的基础设施、较低的能源成本以及政府税收激励措施而成为数据中心建设热点地区。以阿什本市所在的弗吉尼亚州为例，既有税收减免，也有能源成本优惠，符合特定条件的数据中心在该州可以享受长达10年的免税期。阿什本市本身则是靠近华盛顿特区，拥有充足的电力供应和先进的光纤网络基础设施。此外，阿什本市的数据中心主要集中在郊区，有充分的土地供应和较低的地价，且对噪声及其他环境影响的敏感性也较低。

3.2 日本的数据中心建设

尽管受到地理和能源资源的限制，日本依靠税收减免、高度发达的通信网络和创新的灾害防控措施以及低成本冷却方案，成为全球有竞争力的数据中心选址地。日本的数据中心主要集中在东京和大阪，东京的江东区 and 千叶新城已成为数据中心聚集地。

千叶新城位于日本千叶县，其地理位置优越、交通便利，有着较为宽松的

规划政策和供地条件，近年来已经成了数据中心建设的重要集聚地（图3）。千叶新城靠近东京，为数据中心提供了接近日本最大市场的机会。同时，附近有大的河流，拥有冷却水源。与位于市中心的的数据中心相比，千叶新城的数据中心供地条件好，有更多的扩建空间。

4 数据中心建设的空间规划策略

通过对美国和日本的分析可以看出，数据中心选址策略的核心在于如何权衡经济、环境、土地、基础设施和风险等多重因素。就数据中心建设的布局及选址而言，国内与美国和日本的数据中心均显示出大城市周边偏好，与新城新区具较强关联性，这提示了规划研究与策略制订的重要方向。

4.1 新城新区的新功能：辐射区域和支撑新质生产力

进入新世纪以来，我国的新城新区建设规模较大，支撑了经济社会的快速发展。但毋庸讳言，由于产业发展缓慢，闲置土地较多，投资效益低下，也有不

少新城新区的发展不尽如人意。在产业经济和城镇人口增长放缓的情形下，各地的存量新城新区需要重新审视功能定位和新增长点。笔者^[13]曾探讨在“流空间”和城市网络条件下的新城功能定位问题，强调新城新区既要服务于中心城市的过密人口和产业疏解，亦要成为在某些专业领域具有区域辐射功能的节点性城市。

我国超大城市中心城区土地资源紧张，需形成适应其需求的新的资源配置机制和空间利用方式^[14]。新城新区作为大都市区的功能板块，土地资源和基础设施容量相对丰沛，并往往享有开发区的政策优惠，非常适合作为数据中心等新基建的承载区。如果能把握新的契机，通过规划建设植入数据中心这类新功能，将有助于打造辐射区域和支撑新质生产力的战略性节点空间。

分地域看：北京、上海、广州、深圳等超大城市，以及南京、杭州、天津、武汉等特大城市的既有新城新区及郊区城镇，适合规划选址为普通数据中心建设的核心地区；而西部如宁夏、贵州、内蒙古等地的城市新区则更适合规划布



图3 千叶新城数据中心集聚区
Fig.3 Data centers in Chiba new town

局大型云计算数据中心,专注于“冷数据”的存储或大型数据计算。此外,诸如上海的南汇新城,由于供地条件好,在市场接入、能源供应和冷却系统等方面均具有显著优势,非常适合规划建设超大型和大型数据中心。

4.2 数据中心建设与属地发展:规划理论阐释与制度创新

4.2.1 数字产业与空间发展关联性的理论阐述

在探讨信息技术驱动的数字经济与属地城市化的相互作用方面,规划学界存在着多种观点。1980年代初,部分学者认为高科技区对就业的影响有限,不能被视作新的城市化动力。但到1990年代,日本的筑波科学城、美国的硅谷和我国的中关村和张江等科技园区的发展,证明了高科技聚集区在城市化进程中具有重要作用。Castells的流空间理论及Sassen与Soja关于世界城市网络的相关工作,均强调了信息通信技术在全球城市中心形成及郊区化发展中的推动作用。这些研究为认知和预判数据中心在城市发展中的综合效用提供了理论启示。

还有研究^[15]认为,数据中心建设具有集聚效应,能促进高科技产业链集聚。数据中心密集地区常伴随高速宽带和电力供应等基础设施的升级,吸引科技企业和专业服务机构入驻,形成新经济增长点,如芯片制造、服务器生产、网络设备和存储解决方案等行业。这些高端制造业的协同发展进一步吸引其他相关产业和服务业入驻,加速新城新区在人工智能和大数据处理领域的产业集聚和人才集聚。

4.2.2 规划、建设、治理相融合

在实务层面,需要提高数据中心与新城新区规划、建设、治理的融合水平,物质性规划建设与制度机制创新相结合。数据中心及其传输链,作为一种典型的流空间对象,其空间生产具有很大的特殊性,在数据存储、加工、传输等方面应可创造巨大的价值,因而属于科技产业用地,而不是科研或商办用地。另一方面,由于其产品是无形的,其为属地创造的价值需要通过税收机制、要素市场的创新设计来加以显现,从而为地方经济发展注入活力^[16]。

还需指出,数据中心虽有可能助推新城新区的经济发展,但其高能耗和高热量排放的特性对城市可持续发展亦会构成现实挑战,因而在规划建设中应以可持续发展和韧性为基本原则,尽量采用绿色建筑、利用可再生能源和高效冷却系统等环保措施,以减少碳足迹,从而建设面向新时代的绿色低碳城市。

5 结论

本文研究了作为体现和支撑新质生产力的数据中心布局和建设选址问题。研究发现:数据中心的宏观布局与区域经济发展程度较为相关;而数据中心微观建设的选址决策则受到成本、能耗、政策和环境等多重因素的影响,且这些因素在不同类型的数据中心选址中表现出不同的敏感性。此外,国内及美国和日本的数据中心布局均显示出大城市周边偏好。有鉴于此,本文提出新城新区适宜作为数据中心的主要空间载体。

本研究以数智与空间规划相结合为视角,研究发现和观点探讨尚主要限于认知层面。对不同类型数据中心的选址偏好及其空间效应,目前的分析主要基于定量判断,还缺乏深入的实证分析。未来的研究应加强实证数据的收集与分析,特别是利用大数据技术对数据中心的选址进行智能化分析^[17-18],从而可更准确地评估数据中心选址对不同因素的敏感性,并能更深入把握对地区经济和社会环境的综合影响。

注释

- ① “新质生产力”的定义参考国家信息中心网站: https://www.ndrc.gov.cn/wsdwhfz/202402/t20240206_1363980.html。

参考文献

- HERZOG O, 潘海啸, 邓智团, 等. 新一代人工智能赋能城市规划: 机遇与挑战[J]. 城市规划学刊, 2023(4): 1-11.
- 段进, 张庭伟, 尹稚, 等. “中国式城乡现代化: 内涵、特征与发展路径”学术笔谈[J]. 城市规划学刊, 2023(1): 1-10.
- 王凯, 赵燕菁, 张京祥, 等. “新质生产力与城乡规划”学术笔谈[J]. 城市规划学刊,

- 2024(4): 1-10.
- 方辰昊, 赵民. 城市规划视域的“空间供需”理论框架及研究意义[J]. 城市规划学刊, 2023(1): 26-32.
- 吴志强, 甘惟, 李舒然, 等. “城市众脑”: 理论模式及关键议题[J]. 城市规划学刊, 2023(6): 20-26.
- 林毅夫, 王贤青, 等. 新质生产力: 中国创新发展的着力点与内在逻辑[M]. 中信出版集团, 2024.
- 唐子来, 段进, 王凯, 等. “长三角高质量一体化: 规划能做什么?”学术笔谈[J]. 城市规划学刊, 2024(2): 1-11.
- 申明锐, 蒋翌, 周文昌, 等. 作为城市基础设施的新能源汽车充电桩: 服务新特性与规划新思维[J]. 城市规划, 2024, 48(7): 16-27.
- 刘芊岑, 李治民. “新基建”浪潮下数据中心的发展现状与趋势分析[J]. 互联网天地, 2020(9): 26-31.
- ERDEM M, ÖZDEMİR A. Sustainability and risk assessment of data center locations under a fuzzy environment[J]. Journal of Cleaner Production, 2024, 450: 141982.
- WANG F, LV C, XU J. Carbon awareness oriented data center location and configuration: an integrated optimization method[J]. Energy, 2023, 278: 127744.
- 王姣娥, 杜方叶, 肖凡. 新型基础设施的空间布局模式研究: 以大型数据中心为例[J]. 地理学报, 2023, 78(2): 259-272.
- 徐素, 赵民. 从“反磁力中心”到“区域节点城市”: 论新时代大城市新城建设的功能迭代与规划策略[J]. 城市规划, 2024, 48(9): 13-18.
- 邓毛颖. 超大城市转型发展视角下的空间治理型规划探索: 基于广州市国土空间总体规划实践[J]. 城市规划学刊, 2024(4): 51-57.
- VASUDEVAN M, TIAN Y C, TANG M, et al. Profile-based application assignment for greener and more energy-efficient data centers[J]. Future Generation Computer Systems, 2017, 67: 94-108.
- 蔡思航, 翁翕. 一个数据要素的经济学新理论框架[J]. 新华文摘, 2024(11): 50-53.
- 甘惟, 吴志强, 王元楷, 等. AIGC辅助城市设计的理论模型建构[J]. 城市规划学刊, 2023(2): 12-18.
- 吴志强, 周咪咪, 刘琦, 等. “跨代孪生”: 映射城市生命特征[J]. 城市规划学刊, 2024(1): 9-17.

修回: 2024-12