技术驱动下的未来城市空间规划响应研究

——以黑河市国土空间规划未来城市专题为例

□ 李文竹，梁佳宁，李伟健，李文越，王春龙，龙 瀛

[摘 要] 在技术驱动下，传统城市空间转型为未来城市视角下的空间规划响应带来了新的机遇和挑战。如何在空间规划中贯彻未来城市的理念，响应技术驱动下的城市空间发展趋势仍有待研究。文章梳理了数字技术和社会生产生活共同驱动下的城市空间形态和功能场景的发展，从战略定位、动态规划和场景营造三个层次构建未来城市视角下的空间规划响应框架，提出未来城市空间规划的定位与目标，在近、中、远期的时间维度探讨城市空间模式的演进趋势，探究产业、生活、游憩、交通四个代表性功能场景的城市空间规划响应策略，同时以黑河市国土空间规划未来城市专题为例，从实践层面提出具体的规划措施与空间设计，以期能为技术驱动下的未来城市空间规划的实践路径研究提供借鉴。

[关键词] 技术驱动；未来城市；空间规划；功能场景；应对策略

[文章编号]1006-0022(2023)03-0027-09 **[中图分类号]**TU981 **[文献标识码]**B

[引文格式] 李文竹，梁佳宁，李伟健，等．技术驱动下的未来城市空间规划响应研究——以黑河市国土空间规划未来城市专题为例 [J]．规划师，2023(3)：27-35．

Spatial Planning Response of Future Cities Driven by New Technologies: The Case of Heihe City/Li Wenzhu, Liang Jianing, Li Weijian, Li Wenyue, Wang Chunlong, Long Ying

[Abstract] The transition of traditional urban space driven by new technologies has brought new opportunities and challenges for spatial planning towards future urban development. Integration of future city concept in spatial planning needs to be further studied. The paper explores the urban space form and functional scenarios under the impacts of digital technology and societal life, and establishes a spatial planning response framework from three levels: strategic orientation, dynamic planning, and scenario creation. It puts forwards the orientation of future spatial planning, studies the evolution of urban spatial patterns at short, medium, and long term dimensions, discusses planning strategies from four typical scenarios: industry, living, recreation, and transportation, and hopes to provide a reference for future city spatial planning.

[Key words] Technology driven, Future city, Spatial planning, Functional scenario, Response strategy

0 引言

在第四次工业革命的背景下，新兴技术的发展与人类生产生活方式的改变，推动着传统城市空间的转型，为数字化空间规划和智慧化城市治理带来了新的机遇与挑战 [1-2]。2020 年，自然资源部办公厅印发的《市级国土空间总体规划编制指南（试行）》（以下简称《编制指南》）提出将技术进步对空间发展的影响及应对策略纳入重大专题研究 [3]。高品质的国土空间作为未来城市和未来社会智慧发展的基底，其规划响应应当考虑技术驱动下的城市空间发展演变的趋势及特征。然而，在未来城市本体变化研究层面，既有研究主要关注技术发展对社会生产生活的影响及城市空间形态可能产生的变化 [4-6]；在未来城市空间规划响应层面，既有研究主要聚焦于技术对传统规划方法的赋能，如数字技术的应用和制度创新等 [7-9]。如何在城市空间规划中贯彻未来

[基金项目] 国家自然科学基金面上项目 (52178044)、黑龙江省城市规划勘测设计研究院资助项目 (20212000280)

[作者简介] **李文竹**，清华大学建筑学院城市规划系博士后。
梁佳宁，清华大学建筑学院城市规划系硕士研究生。
李伟健，清华大学建筑学院城市规划系硕士研究生。
李文越，清华大学建筑学院城市规划系博士后。
王春龙，黑龙江省城市规划勘测设计研究院院长助理。
龙 瀛，通讯作者，清华大学建筑学院研究员、长聘副教授、博士生导师。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

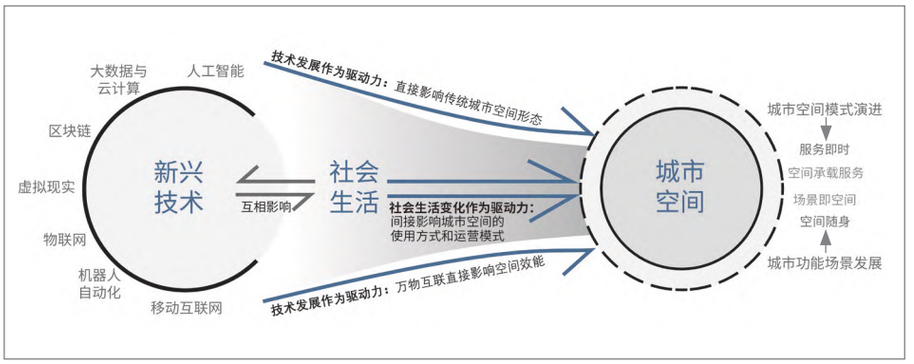

图 1　技术视角下城市空间变化的驱动力示意图

城市理念，以响应技术驱动下的城市空间发展演变仍有待研究。

因此，本文探究数字技术发展和社会生产生活变化共同驱动下传统城市空间向未来城市空间的转型，从战略定位、动态规划和场景营造三个层次构建未来城市视角下的空间规划响应框架，从时间维度的全周期贯通、空间模式的多维度集成、功能场景的多要素复合三方面考量未来城市的定位目标，在近、中、远期的时间维度探讨城市空间模式的演变趋势，并分别在产业、生活、游憩、交通四个代表性城市功能场景探讨技术驱动下的城市空间规划响应。在此基础上，以黑河市国土空间规划未来城市专题为例进行实证分析，探索技术驱动下未来城市空间的应用场景与规划策略，为数字技术赋能国土空间规划响应提供实践参考，以期更加科学、可持续地为未来城市智慧发展提供积极的引导与启示。

1　转型：技术驱动下的未来城市空间

1.1　技术视角下城市空间变化的驱动力

技术发展作为城市发展的核心驱动力之一，在历次工业革命中深刻影响和改变着人们的生产生活和城市空间。

一方面，技术发展作为驱动力直接作用于城市空间从而影响城市形态和功能。蒸汽动力促使城市承担生产职能并推动了交通方式的革新，改变了城市的布局和结构；电气技术提高了居民生活品质和城市运行效率，影响着城市的等级和规模；信息技术改变了居民的交往方式，使城市空间呈现交互化、数字化、虚拟化的发展趋势[10]。随着第四次工业革命中数字技术的发展，智能建造、自动驾驶等技术提升了传统空间的利用效率，全域感知网、环境智能监测等技术的应用提高了城市运行的韧性，城市信息模型平台的搭建、穿戴式设备的应用等推动了现实空间与虚拟空间的进一步融合[11]。

另一方面，技术通过影响社会生产生活方式间接作用于城市空间。在个体层面，通信技术的发展极大地提升了个体生活的数字化程度。人们得以随时随地借助互联网参与生产生活活动，活动与场所之间不再遵循简单的捆绑关系[12]，呈现出在线、即时和碎片化等特点。在群体层面，互联网改变了个体之间传统的交往互动方式，极大地降低了信息传递的成本，使信息传递进一步脱离物理空间的约束[13]。自下而上成为主要的活动组织形式，“去中心化”成为社会的主要趋势特征。城市服务随之发生变化，以“使用权代替所有权”为特征的共享经济、平台经济等新型经济组织模式蓬勃发展，传统的商品消费模式正在逐步转变为以服务为导向的精准供给模式[14-15]。

总体而言，新兴技术一方面直接作用于城市空间，影响城市空间的形态和效能，另一方面通过改变社会生产生活方式，间接影响城市空间的使用方式和运营模式，进而推动城市空间的发展演进[16]（图 1）。

1.2　传统城市空间向未来城市空间的演变

随着新兴技术的发展更迭，城市空间模式发生演变。在第一次工业革命前，城市承担着单一的职能，随着工业革命的发展和交通运输方式的不断进步，工业生产空间开始占据城市中心，促使城市空间结构形态发展改变。相关学者对未来城市的空间模式展开进一步的设想，刘泉认为创新产业的崛起会促进城市空间组织向以社区为基本单元转变[10]；伍蕾等人设想未来城市将在垂直维度上更加复合，成为满足技术发展和人本需求的、功能高度融合的移动空间[17]；余姗姗等人认为自动驾驶等交通技术的发展将导致城市空间的无序蔓延或精明增长，并使城市空间向扁平化层级结构、模块化组合转变[18-19]；戴智妹等人认为数字技术的发展还将推动城市实体空间与虚拟空间的进一步交互融合[20]。总而言之，城市物质空间将会被网络区位所重塑，呈现出分布式、碎片化、混合化的特征，并由层级式模式转向基于网络的扁平化模式[14]。

与此同时，城市的功能场景也在悄然发生变化。芒福德将城市比喻为“磁体与容器”，分别对应城市的功能及其物质空间形式[21]。《雅典宪章》将城市的主要功能分为居住、工作、游憩与交通，形成固定的办公或生产区域，以满足以集中式工业生产为主导功能的城市发展需求。当下，城市功能正面临着解构和融合。随着社会生产生活的现代化、信息化、数字化程度加深，城市的功能不再单一独立存在，而是由多个系统复合构成，各系统之间存在着彼此交叉协作的复杂关系[22]。在此过程中，“城市场

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

景”的概念不断发展直至成熟，现已从“文化场景”“新经济应用场景”拓展到“数字技术应用”和“城市治理场景”[10]。在城市治理现代化的目标下，未来城市在混合功能的基础上，将进一步以“场景”为抓手推进数字化转型。

整体来看，面向未来的复杂性、不确定性和无法预测性[23]，传统城市空间向未来城市空间转型的探索呈现多元化发展的趋势。在数字技术驱动下，城市结构形态将呈网络化、扁平化的发展趋势，四维空间属性将更加明显，未来城市将实现空间共享与自适应反馈[6, 24]。同时，城市功能呈现复合化、碎片化的发展趋势，城市功能场景的管理模式正在从低频静态发展转向数字化转型的高频动态发展[25-26]（图 2）。未来应充分利用数字技术蓬勃发展的契机，将数字技术、智慧思维运用到国土空间规划中，以实现多维度、高精度、动态化的信息获取与规划设计[27]。

2 响应：技术驱动下未来城市空间规划框架构建

随着新兴技术融入社会生活和城市空间的不同层级，传统城市空间规划的思路和具体路径亦将突破瓶颈，并发生变化。本文通过将数字技术融入传统的城市规划策略与空间设计，顺应居民时空行为规律及生产生活需求的改变，探索主动适应技术进步的未来城市视角下的城市空间规划响应路径，并从战略定位、动态规划、场景营造三个层次构建空间规划框架：在战略定位层次，关注未来城市视角下空间规划的定位与目标，面向政府管理人员进行政策制定和措施管理；在动态规划层次，探讨分时段演进的城市空间模式，使城市规划设计师能依据该模式做出相应的空间部署；在场景营造层次，探讨具体的规划响应策略，除了为上述对象提供服务，还应推动公众参与城市建设（图 3）。

2.1 战略定位：关注未来城市视角下空间规划的定位与目标

未来城市的战略定位与目标制定应将技术的发展和城市空间的变化纳入考虑范围，并将其作为一定时期内战略部署和政策实施的重要依据，以推动城市的智慧可持续发展。定位与目标应与空间规划相契合，并有助于城市聚焦技术发展的重点。具体可根据未来城市的空间特征，从时间维度、空间模式、功能场景三个方面进行综合考虑。

2.1.1 时间维度的全周期贯通

战略规划的时间周期设定应综合考虑技术的演进及城市现状的发展进程，结合《编制指南》的要求，近 5 年应以问题为导向，关注城市居住环境的改善；近 15 年应以目标为导向，探索城市空间品质的提升；近 30 年以趋势为导向，创建技术赋能城市空间的先行样板。在规划全流程层面，通过多源传感器采集及大数据分析等技术方法实现城市空间的数据收集、智能评价和空间规划的动态、量化评估，最终生成面向实施的空间规划方案[28]，在不同的时间维度推进全周期空间规划响应。

2.1.2 空间模式的多维度集成

在城市空间层面，应综合考虑不同尺度和维度的空间响应策略。在市域尺度，重点贯彻落实城市的战略定位和面向未来城市的空间规划结构体系；在中

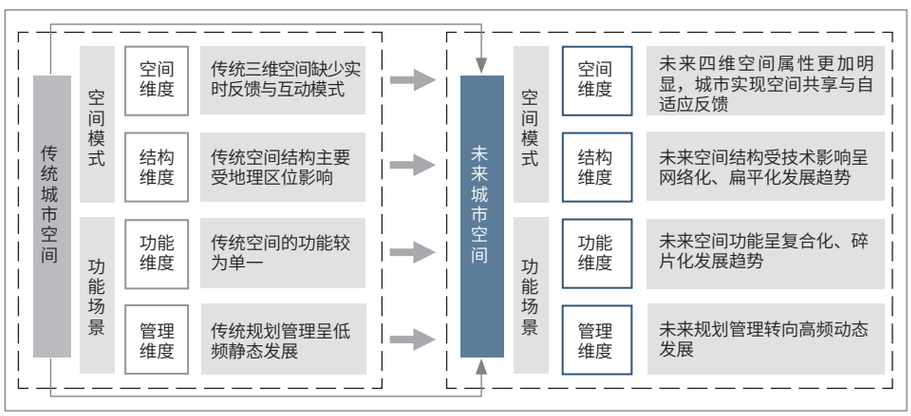

图 2　传统城市空间向未来城市空间的转变示意图

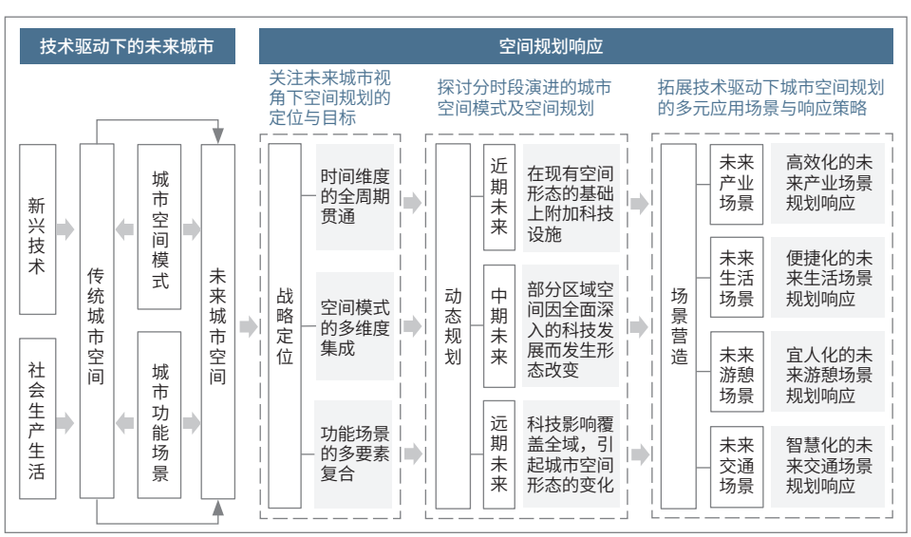

图 3　技术驱动下未来城市空间规划框架图

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

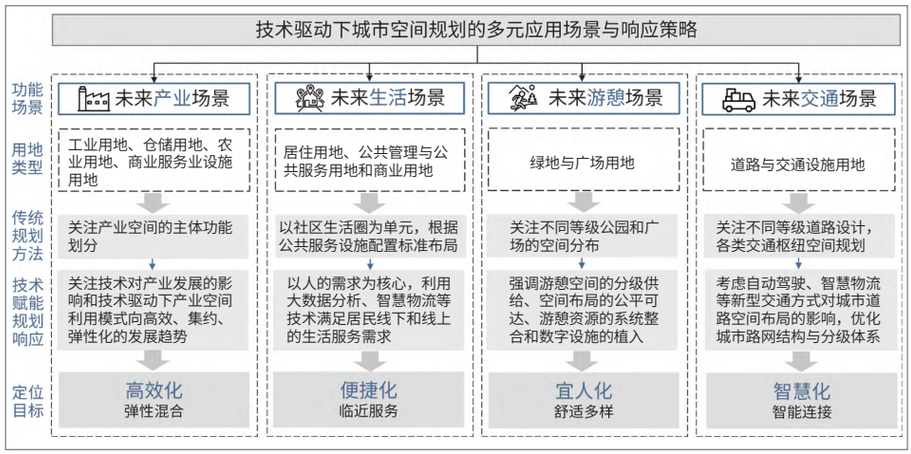

图 4　城市功能场景规划响应路线图

心城区尺度，响应未来城市空间新特征，提出规划策略；在重点地块，针对具体的用地布局和建筑类型，提出面向实施的空间设计方案。在空间维度，不仅需关注传统城市物理空间转型的规划设计，还需关注新技术带来的虚拟线上空间的营造，并选取合适的技术集合，通过实体空间干预和数字空间植入的方式实施空间更新，丰富城市居民的互动体验和多元化感受 [29]。

2.1.3　功能场景的多要素复合

在具体场景层面，应结合移动互联网等通信技术激发城市的活力和创新力，营造高效化的产业场景，通过全方位的线上服务营造便捷化的生活场景，通过虚拟现实等技术营造宜人的游憩场景，通过加强智慧交通和智能出行规划等技术的应用营造智慧化的交通场景。技术支持下的多元复合的功能场景将在未来城市不同场所空间的互动联系和活动聚集等方面发挥重要作用 [30]。

2.2　动态规划：探讨分时段演进的城市空间模式及空间规划

尽管技术更新迭代迅速，但是其对城市空间形态的影响是一个漫长的过程。一方面，技术对人们生产生活方式、社会组织模式等产生影响，在此过程中城市得到反馈，并进行技术筛选，从而实现社会经济结构与技术应用的逐步融合自洽 [31]。另一方面，城市空间的承载能力具有一定的弹性和适应性，因此技术应用在城市空间形态的投影变化具有滞后性。基于此，应结合各类技术的类型、成熟度等，综合考虑社会经济需求和特定城市发展阶段所面临的具体问题，对技术的应用进行筛选，并进行优先级排序，最终对城市空间形态进行分时段推演，提前部署空间规划。本文具体根据《编制指南》的要求将未来时间段分为近、中、远期进行探讨。

(1) 近期未来。近期未来指未来近 5 年的时间段，该阶段的空间规划应以解决既有的城市问题为导向，重点关注已成熟技术在城市空间中的应用，如移动互联网、虚拟现实 (VR)、增强现实 (AR) 等。相关技术以模块化设施的形式嵌入城市空间中，以满足新的空间使用行为需求，此阶段技术对城市空间形态的影响较小。

(2) 中期未来。中期未来指未来近 15 年的时间段，该阶段的空间规划应以提升城市品质为目标导向，重点关注高等级自动驾驶、城市中台、全域感知等仍未成熟的技术。在时间层面上，分配和调整使用城市空间的新方式，或在空间层面选择部分区域进行全面深入的技术整合，以实现技术应用的平稳过渡，并相应地调整空间形态。

(3) 远期未来。远期未来指未来近 30 年的时间段，该阶段的空间规划应以顺应技术发展为趋势导向，关注新成熟的未知技术，以及全方位技术应用下的全域城市空间形态可能会发生的根本性变化，最终提高城市的智慧管理水平和服务质量，实现城市的数字化转型，推动城市的可持续发展。

2.3　场景营造：拓展技术驱动下城市空间规划的多元应用场景与响应策略

场景营造将多种类型的空间进行融合，并综合考虑时间、地点、城市空间品质的提升以及人本需求。场景营造是数字技术应用落地以及跨部门智慧化治理的实施路径。复合多元的城市功能场景有利于提高城市空间的运行效率，增强城市各类要素的空间集聚及在不同功能板块之间的联系和流动 [30]。基于《雅典宪章》中的功能划分，并结合城市的用地布局与分类，本文重点关注四类代表性功能场景，并解析其具体的规划策略和空间设计 (图 4)。

2.3.1　高效化的未来产业场景规划响应

产业场景主要包括工业用地、仓储用地、农业用地、商业服务业设施用地等城市用地类型，与产业发展规划相关。传统的空间规划方法主要注重产业空间的主体功能划分，难以满足数字经济下产业空间的灵活和碎片化的演变趋势。技术赋能下产业场景规划响应不仅关注人工智能、物联网、数字经济等技术和概念对产业发展的影响，还关注技术影响下产业空间利用模式高效、集约、弹性化的发展变化。在规划策略和空间设计上，利用现有优势产业提高产品附加值，同时提高既有城市空间的可置换性和弹性。

2.3.2　便捷化的未来生活场景规划响应

生活场景不仅包括居住用地，还包

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

括公共管理与公共服务用地及商业用地等城市用地类型，与公共服务设施规划有关联性。传统空间规划方法主要以社区生活圈为单元，提出公共服务设施的配置标准和布局要求，往往忽视了城市居民活动形式的数字化和时空灵活性提升[32]。技术赋能下的生活场景规划响应则以城市居民的需求为核心，利用移动互联网、大数据分析、智慧物流、智能家居等技术满足居民线下和线上的生活服务需求，以提高社会生活的便利性[33]。在规划策略和空间设计上，通过 O2O(Online To Offline) 平台实现社区与周边服务设施的互联互通，通过利用城市的低效空间进行功能更新和置换，使城市居民居家便可以享受到多样的服务。

2.3.3 宜人化的未来游憩场景规划响应

游憩场景包括各级城市公园广场、城市绿地、道路及沿街绿地、文娱体育设施、商业设施等用地，涉及多个专项规划如绿地系统规划、旅游规划等[34-35]。传统空间规划手段主要关注不同等级公园和广场的空间分布，难以满足人们多样化、个性化的游憩需求。技术赋能下的游憩场景规划策略强调游憩空间的分级供给、空间布局的公平可达、游憩资源的系统整合等，旨在满足多样化游憩需求，提升游憩空间的舒适性。在规划策略和空间设计上，基于互联网对地理可达重要性的“消解”，充分挖掘并打造街区内的新型休闲“网红”空间，使游憩空间与居住、办公等空间深度融合，构建室内外一体化、分布式的游憩体系；应用数字技术和模块化空间、智能家具及智能装置等灵活手段提升游憩空间的共享程度，增强实体游憩空间的体验感。

2.3.4 智慧化的未来交通场景规划响应

交通场景主要包括道路与交通设施用地，与综合交通体系规划相关。传统交通规划主要关注不同等级道路设计、布局和各类交通枢纽空间分布等。而当下，随着出行服务算法化、共享出行、自动驾驶等技术应用，城市交通功能有望被重新定义[36]。技术赋能下的交通场景规划策略旨在利用自动驾驶、智慧物流等新型交通方式，解决目前存在的交通问题，并优化城市路网结构与分级体系。在规划策略和空间设计上，通过物联网、人工智能、自动驾驶等技术进行整体路线规划和交通调控引导，促进道路结构从结点枢纽集散向扁平化交通网络发展[19]；通过推广共享出行服务降低城市汽车保有量；充分利用自动化和机器人技术，进一步促进“人到场”转变为“物品与服务到场”[1]，从而赋予交通空间休闲、办公等其他功能，并将街道空间还给步行者，构建起能够修复城市生态系统的基础设施网络[37]。

3 实践：技术驱动下的黑河市未来城市空间规划响应

3.1 黑河市未来城市空间战略定位

黑河市是典型的寒地城市、国家边境区域中心城市、中国 (黑龙江) 自由贸易试验区三片区之一。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》提出“加强边疆地区建设，推进兴边富民、稳边固边”。在此背景下，黑河市近年来已将诸多技术应用于城市发展中，包括发展寒地试车产业，建设国内首个高寒地区自动驾驶测试场，建设智慧农业云平台和云计算数据中心，开展跨境电商数字化贸易合作等。

本文基于笔者与黑龙江省城市规划勘测设计研究院合作的黑河市国土空间规划未来城市专题研究，落实技术驱动下的未来城市空间规划响应框架，并提出具体的规划策略和空间设计。为落实国家与区域发展战略，回应居民的具体需求，响应技术驱动下城市空间的发展演变，推进黑河市的未来城市建设，研究提出打造未来寒地边贸城市先行样板的战略定位，为黑河市引领边境地区高质量发展、培育中等规模边境区域中心城市提供空间指南。同时，围绕黑河市建设数字自贸区、壮大寒地测试产业和营造寒地友好生活、交通、游憩环境的发展诉求，打造弹性混合的高效化产业场景、服务到家的便捷化生活场景、舒适多样的宜人化游憩场景、智能连接的智慧化交通场景。

3.2 黑河市未来城市空间动态规划

笔者认为，结合目前黑河市的总体规划和战略定位，在近、中、远期的未来时间维度上，随着技术应用的不断成熟和社会生产生活新诉求的涌现，应针对黑河市城市空间正在或将要产生的变化进行相应的动态规划部署。在近期未来，黑河市将聚焦社会生活的新现象，应用较为成熟的技术，如移动办公、智慧农业、线上休闲娱乐、线上居家服务、算法化出行、共享交通服务等。通过空间干预在现有空间形态的基础上附加数字设施，提升居民出行的便利性和体验感，如通过人工智能技术监测天气气候、病虫害以及农作物生长等数据，提高农业产品附加值；通过混合实境技术和室内电子竞技场等数字化设施提高空间使用的灵活性。

在中期未来，黑河市将应用目前出现但未成熟的技术，如自动驾驶、全域感知等，促使部分城市空间形态因全面深入的技术应用向智慧化、复合化、共享化进一步发展。例如，自动驾驶等技术促进了交通空间的集约发展，单一维度的交通空间拓展为融合了办公、休闲、医疗、零售等多种功能的智能移动空间；智慧路缘、停车诱导系统等数字化设施的投入使用，使城市管理实现全域感知、实时监测和及时预警；随着传感器的全方位植入，公共空间运营管理将进一步趋于智能化。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

在远期未来，技术应用影响或将覆盖黑河市全域，城市空间形态受技术影响而发生深刻变化，包括向扁平化空间、灵活街区组织等方向发展。例如，办公空间向城市中心区和边缘区分异化发展，并围绕居住地扁平化布置，黑河市将进一步实现职住通勤的相对平衡。在此过程中，地理信息系统、人工智能、大数据等数字技术的应用可以实现快捷高效的城市空间信息收集、处理和分析，数字技术运用贯穿规划全周期流程，提供多维度、高精度、动态化的智能评价，以辅助城市空间规划响应策略的制定，实现城市的数字化转型，推动城市的智慧可持续发展。

3.3 黑河市未来城市空间场景营造

3.3.1 弹性混合的高效化产业场景营造

黑河市目前大力发展寒地试车产业，但寒地自动驾驶测试场存在夏季、秋季利用率较低的问题。因此，产业场景规划重点在于提高产业空间的弹性与韧性。在规划策略上，建设集研发、制造、仓储、物流、零售、体验全流程功能于一体的混合数字自贸区：通过中俄科技园研发孵化创意品牌、实现科技转化等，通过智能加工厂进行智能制造，以实现智能生产、数字化升级。在仓储物流方面实现数字化管理和智能物流，通过建造直播基地促进跨境电商、直播带货等新零售形式的发展，通过建设智慧体验区来实现线上展览和体验消费。同时，促进封闭的测试基地转变为融合文创体验的特色试验小镇，最终发展车联网与自动驾驶技术使其成为智能网联车场景示范区。

在空间设计上，以城市蓝、绿环为依托，将数字自贸区、寒地自动驾驶测试场、智慧农业展示点串联起来，并促使产生空间联动效益产生，构建集购物体验、展览科普、游戏竞技等功能于一体的体验场。为促进数字自贸区的建设，依托国际商贸物流区大型仓储建筑，构建仓储、农业两用的弹性空间，以提高空间的韧性和效能。为串联特色旅游项目，在连接试验场和市区的城市绿道周边建设配套设施，如为冬季试车人员配建商业设施、安全保障设施、市政设施等；夏季，由于试车人员数量骤减，可建设登山栈道，发展登山、露营等旅游项目。打造以车为主题的体验公园，测试寒地自动驾驶技术，并配置 VR、AR 赛车体验和室内电子竞技场等数字化设施 (图 5)。

3.3.2 服务到家的便捷化生活场景营造

黑河市冬季寒冷干燥，昼短夜长，城市居民户外互动便捷性下降。因此，黑河市生活场景规划的重点在于利用既有低效空间建设良好的活动场地与配套设施，注重利用数字化手段提升居民生活的便利性。在规划策略上，在 15 分钟生活圈内设置社区综合服务驿站，提供行政、医疗、商业、文化等综合服务，就近集中满足居民的生活服务需求，并通过 O2O 平台实现社区综合服务驿站与周边的大型商超、大型医院、大型图书馆以及市区政务中心的互联，提供线上问诊结合线下检验取药，线上购物、借阅结合线下取货，政务手续的自助办理和即时配送等服务。在 5 分钟生活圈内通过功能置换，设置社区体育中心等公共服务设施，以提高城市既有空间的利用效率。

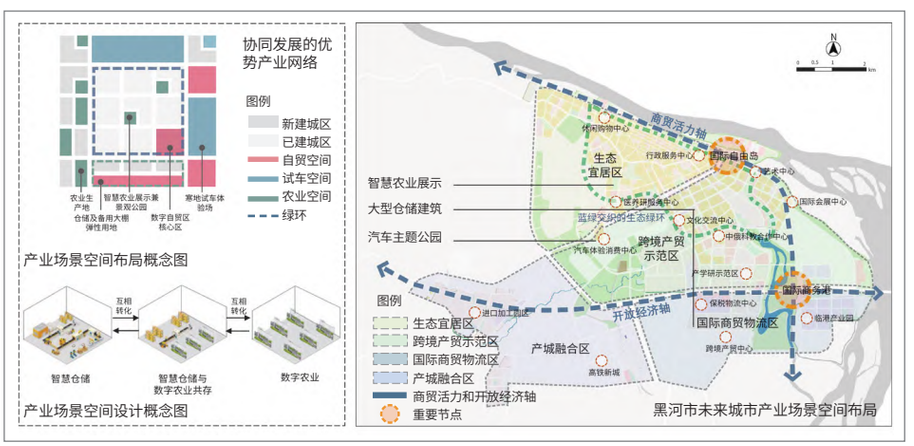

图 5　黑河市未来城市产业场景规划策略与空间设计示意图
资料来源：根据黑龙江省城市规划勘测设计研究院提供的图片改绘。

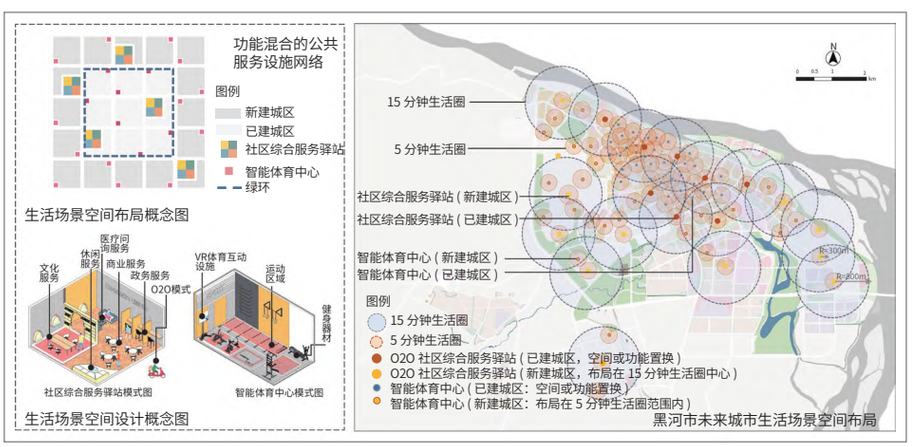

图 6　黑河市未来城市生活场景规划策略与空间设计示意图
资料来源：根据黑龙江省城市规划勘测设计研究院提供的图片改绘。

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

在空间设计上，充分利用城市建成区的低效空间和空置底商进行功能更新置换，利用深度学习技术识别其立面特征，进而识别全市域或规划区范围内的低效空间，并针对不同的存量低效空间提出相应的更新策略和设计措施。在更新改造过程中，结合居民线上活动服务的意愿和公共服务完善程度来制定设施配置策略，对原社区活动中心进行全面升级。对新建城区和已建城区采取不同的选址策略：在新建城区将 O2O 平台支持的社区综合服务驿站布置在 15 分钟生活圈内，通过功能置换将体育中心等公共服务设施布置在 5 分钟生活圈内；在已建城区通过空间或功能置换的形式设置社区综合服务驿站，将空置空间改造为体育中心等公共服务空间，并通过植入互动体育运动和智能私教系统等数字设施，提升运动健身的趣味性和体验感，满足居民冬季日常活动的需求 (图 6)。

3.3.3　舒适多样的宜人化游憩场景营造

黑河市冬季持续时间长且气温较低的特征影响了居民的户外游憩活动，因此黑河市游憩场景规划重点在于提升冬季居民游憩活动的舒适性。在规划策略方面，近期可通过构建室内游憩空间体系提升舒适度，在户外游憩空间如绿地广场中布置微型游憩节点，利用装配式建造技术建造模块化可移动装置，在冬季为户外活动的市民提供温暖的临时游憩休闲场所。同时，通过数字互动设施提升冬季游憩活动的多样性，提供各类无人自动化购物零售场所，营造数字化、沉浸式体验场景。中期和远期未来还可以利用自动驾驶技术，将传统单一维度的交通空间拓展为多功能、智能化的可移动游憩空间，以丰富游憩空间的类型和数量。

在空间设计上，规划在黑河市中心城区依托现有景观游憩空间结构即原有的水系建设连续的环状绿地，利用底商和小型建筑单体的室内空间，引入冬季、夏季均可使用的数字互动设施，形成大、小、微型未来综合游憩空间体系：大型游憩文化建筑沿环状绿地布置，运用虚拟现实、三维感知及重建等技术配置沉浸式体验设施，如智慧历史文化展览、VR 游戏体验等；小型游憩空间沿绿环布置，选取若干公共建筑结合建筑底商布置无人超市、自助咖啡机等设施；微型室内游憩空间沿绿环支线 (市区内人口密集地区的绿环、绿带、绿轴) 布置休息、零售、科普、办公等设施，为市民提供多样、连续的游憩空间类型 (图 7)。

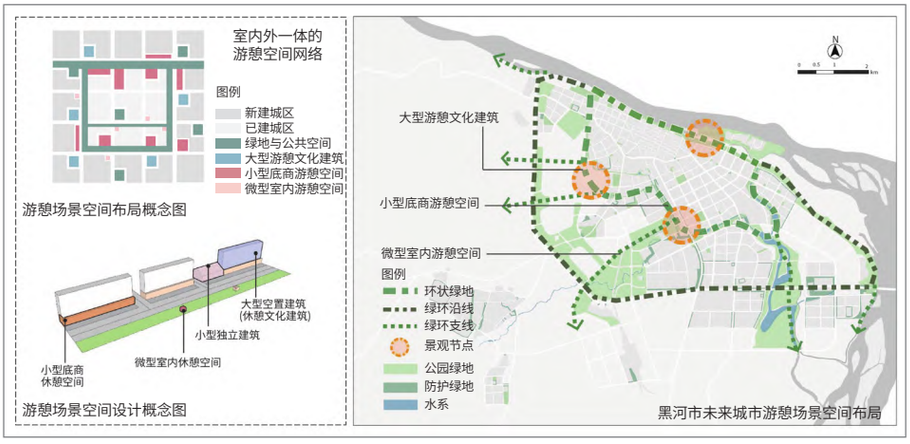

图 7　黑河市未来城市游憩场景规划策略与空间设计示意图
资料来源：根据黑龙江省城市规划勘测设计研究院提供的图片改绘。

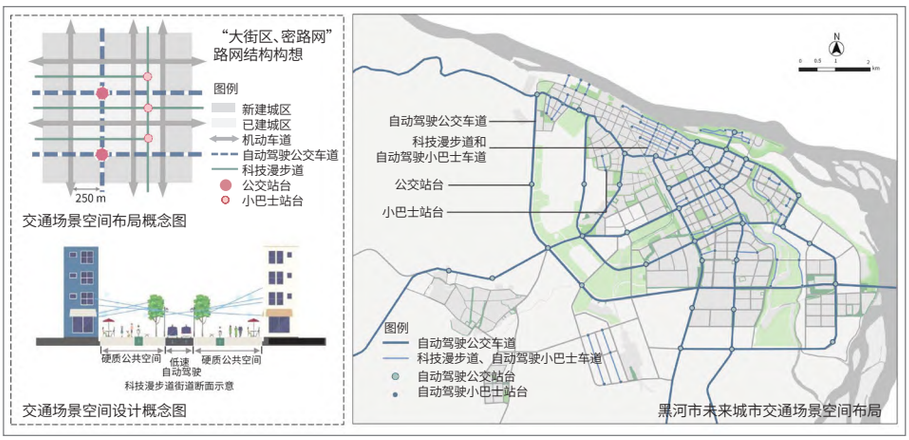

图 8　黑河市未来城市交通场景规划策略与空间设计示意图
资料来源：根据黑龙江省城市规划勘测设计研究院提供的图片改绘。

3.3.4　智能连接的智慧化交通场景营造

目前黑河市存在新老城区路网结构衔接不畅、步行化体验不佳、出行方式单一、出行不便利等问题。因此，黑河市交通场景规划的重点在于优化路网结构，提高出行便捷性。在规划策略上，中期和远期未来可依托自动驾驶技术，配建低速自动驾驶的巡航服务车，提供配送到家服务，并增设固定路线的自动驾驶小巴士、公交等，多元出行方式，完善路网结构与通勤方式。同时，通过智能融雪道路连接住区和服务设施，提升居民冬季的出行的便利性和安全性 (图 8)。

在空间设计上，搭建智慧交通系列设施，利用摄像头、毫米波雷达、激光雷达等多种传感器和物联网、云计算平台等构建自动驾驶决策系统、道路环境感知系统等。同时，通过在人行道路面混凝土下铺设加热电缆和温湿度感知设备，打造智能融雪道路。在道路断面设

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

计上，增设由低速自动驾驶车道与两侧硬质公共空间组成的“科技漫步道”，容纳步行、骑行等多种慢行交通方式，满足必要的局部通勤需求。在已建城区内对现有部分机动车道进行更新，在新建城区内按需增设“科技漫步道”，除容纳低速自动驾驶巡航服务车外，还可容纳步行、骑行等慢行交通方式。在远期，未来与城市公园绿带、硬质公共空间结合，形成“大街区、密路网”的道路结构。

4 总结与展望

本文关注技术发展对于城市形态结构和功能空间的影响，提出主动适应技术进步的空间规划响应策略，构建智慧化、人性化、可持续的未来城市框架。本文梳理了城市空间转型的双重驱动力即技术发展和社会生产生活方式的转变对城市空间形态、功能场景发展的影响，并从战略定位、动态规划及场景营造三个层次构建技术驱动下的未来城市空间规划响应框架，最终将该框架应用于黑河市国土空间规划未来城市专题的规划实践中，为数字技术赋能的国土空间规划响应提供具体应用路径和规划策略。基于上述分析，本文认为未来城市空间规划响应中的趋势与挑战应重点关注以下内容：

(1) 规避技术发展的负面影响。技术进步作为城市发展演进的必要不充分因素，对未来城市发展的影响具有诸多不确定性，需要在规划响应阶段警惕其可能带来的负面影响。一方面，过分依赖技术解决问题容易忽视实体空间的基础作用，陷入“唯技术论”的陷阱。另一方面，技术的不均衡应用也可能为弱势群体和落后地区与先进地区带来更大的“数字鸿沟”，加剧城市空间层面的不平等性。因此，在充分利用数字技术的同时，也需要完善政策干预和监督机制，以保障更广泛的公众利益。

(2) 动态精细化的空间运营管理转向。数字技术的发展对城市空间的传统使用方式提出新的要求，同时城市感知物联网通过实时感知、记录和分析城市各类活动，为建立“高频城市”提供了新的机遇[38]。网络区位的冲击促使传统空间模式转向高效集约的弹性空间模式，传统“蓝图式”规划已无法解决当下复杂高频的时空问题，目前部分城市已经出现空间失序的现象[39]，因此技术驱动下空间规划设计需运用实时响应的精细化动态运营管理手段，以实现传统城市空间向未来城市空间形态的平稳过渡。

(3) 跨学科合作、多主体参与的未来城市空间规划。复杂城市系统的逻辑规律涉及其背后的经济、社会、文化、生态等诸多属性，需要跨学科合作以建立“城市科学”共识[40]。同时，基于物联网的城市空间管理系统的建设使服务运营商、科技公司等其他市场力量能够参与规划，而社交媒体、参与式平台等工具使公众参与更加广泛和高效，有助于提出完善的智慧城市解决方案。未来，政府和设计公司将携手多元主体共建未来城市，并参与城市规划设计和治理管理的全过程。

总体而言，未来快速发展的数字技术如何进一步影响城市空间，如何推动其对城市空间的正面作用，未来城市空间规划又该如何进一步响应城市空间的趋势变化等议题还需要进行持续性的研究探讨，才能最终实现未来城市和未来社会的智慧可持续发展。

（感谢梁秀萍、陈明鹤、隋家旭、李发强、张远景、王月、薛　轩，以及张恩嘉、李彦、李派、乔宇在项　完成过程中提供的帮助和所做的贡献。）

[参考文献]

[1] 张恩嘉，龙瀛．面向未来的数据增强设计：信息通信技术影响下的设计应对 [J]．上海城市规划，2022(3)：1-7.

[2] 张恩嘉，龙瀛．空间干预、场所营造与数字创新：颠覆性技术作用下的设计转变 [J]．规划师，2020(21)：5-13.

[3] 自然资源部办公厅．自然资源部办公厅关于印发《市级国土空间总体规划编制指南 (试行)》的通知 [EB/OL]．(2020-09-22)[2023-01-10]．http://gi.mnr.gov.cn/202009/t20200924_2561550.html.

[4] Yousefi Z, Dadashpoor H. How do ICTs Affect Urban Spatial Structure? A Systematic Literature Review [J]. Journal of Urban Technology, 2020 (1): 47-65.

[5] Zhang J Y, He S J. Smart Technologies and Urban Life: A Behavioral and Social Perspective [J]. Sustainable Cities and Society, 2020. doi:10.1016/j.scs.2020.102460.

[6] Dadashpoor H, Yousefi Z. Centralization or Decentralization? A Review on the Effects of Information and Communication Technology on Urban Spatial Structure [J]. Cities, 2018, 78: 194-205.

[7] 孔宇，甄峰，李兆中，等．智能技术辅助的市 (县) 国土空间规划编制研究 [J]．自然资源学报，2019(10)：2 186-2 199.

[8] 赵宝静，夏丽萍，刘根发，等．大数据时代的上海城市总体规划编制技术与方法探索 [J]．城市规划学刊，2017(增刊 1)：61-66.

[9] 甄峰，张姗琪，秦萧，等．从信息化赋能到综合赋能：智慧国土空间规划思路探索 [J]．自然资源学报，2019(10)：2 060-2 072.

[10] 刘泉．奇点临近与智慧城市对现代主义规划的挑战 [J]．城市规划学刊，2019(5)：42-50.

[11] Gordon P, Richardson H W. Are Compact Cities a Desirable Planning Goal? [J]. Journal of the American Planning Association, 1997(1): 95-106.

[12] Ellegrd K. Time Geography in the Global Context: An Anthology[M]. Oxford: Routledge, 2018.

[13] Mitchell W J. City of Bits: Space, Plac, and the Infobahn [M]. Cambridge: The MIT Press, 1996.

[14] 龙瀛．(新) 城市科学：利用新数据、新方法和新技术研究“新”城市 [J]．景观设计学，2019(2)：14.

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

[15] 魏宗财，魏纾晴，彭丹丽，等．数字经济影响下城市零售空间变化及其规划响应 [J]．规划师，2021(13)：24-30．
[16] 孔宇，甄峰，张姗琪．智能技术影响下的城市空间研究进展与思考 [J]．地理科学进展，2022(6)：1 068-1 081．
[17] 伍蕾，谢波．“技术”与“人本”理念下未来城市的空间发展模式 [J]．规划师，2020(21)：14-19，44．
[18] 余姗姗，张梦，王昱力．无人驾驶对未来城市空间形态发展影响初探 [C]// 面向高质量发展的空间治理——2021 中国城市规划年会论文集，2021．
[19] 徐晓峰，马丁．无人驾驶技术对城市空间的影响初探——基于中国 (上海) 自由贸易试验区临港新片区探索性方案 [J]．上海城市规划，2021(3)：142-148．
[20] 戴智妹，华晨，童磊，等．未来城市空间的虚实关系：基于技术的演进 [J]．城市规划，2023(2)：20-27．
[21] 刘易斯·芒福德．城市发展史 [M]．倪文彦，宋俊岭，译．北京：中国建筑工业出版社，1989．
[22] 武廷海，宫鹏，李嫣．未来城市体系：概念、机理与创造 [J]．科学通报，2022(1)：18-26．
[23] 中华人民共和国中央人民政府．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二〇三五年远景目标纲要 [Z]．2020．
[24] 龙瀛，张恩嘉．数据增强设计框架下的智慧规划研究展望 [J]．城市规划，2019(8)：8．
[25] Batty M. Inventing Future Cities [M]. Cambridge: The MIT Press, 2018.
[26] 王晶，甄峰．信息通信技术对城市碎片化的影响及规划策略研究 [J]．国际城市规划，2015(3)：66-71．
[27] 胡晓艳，赵珂，夏清清，等．数字国土空间规划背景下的新空间认知与分析 [J]．规划师，2020(24)：52-57．
[28] 甄峰，谢智敏．技术驱动下未来城市情景与规划响应研究 [J]．规划师，2021(19)：11-19．
[29] Albeera H A. The Future of Public Space: How to Measure Active Public Space in the Digital Era [D]. Nottingham: Nottingham Trent University (United Kingdom), 2019.
[30] 孔宇，甄峰，张姗琪．智能技术对城市居民活动影响的研究进展与展望 [J]．地理科学，2022(3)：413-425．
[31] 刘泉，钱征寒，黄丁芳，等．技术驱动下智慧城市空间产品的模块化组织逻辑 [J]．国际城市规划，2022(4)：83-91．
[32] 肖作鹏，韩来伟，柴彦威．生活圈规划嵌入国土空间规划的思考 [J]．规划师，2022(9)：145-151．
[33] 牛强，姜祎笑，陈树林，等．线上线下模式下郊区新城生活服务公平化的内在机制研究 [J]．规划师，2022(12)：57-64．
[34] 吴必虎，董莉娜，唐子颖．公共游憩空间分类与属性研究 [J]．中国园林，2003(5)：49-51．
[35] 张中华，张沛．西方城市休闲空间规划研究评析及启示 [J]．国际城市规划，2012(2)：95-102．
[36] Castells M. The Rise of the Network Society: The Information Age: Economy, Society and Culture [M]. New Jersey: Wiley-Blackwell, 1996.
[37] 罗亚丹．从交通基础设施到绿色基础设施——无人驾驶城市中的柔性未来道路 [J]．景观设计学，2019(2)：92-99．
[38] 沈尧．协频城市：时空数据增强设计中的频度协同 [J]．上海城市规划，2022(3)：8-13．
[39] 彭珏，何金廖．电商粉丝经济的地理格局及其影响因子探析：以抖音直播带货主播为例 [J]．地理科学进展，2021(7)：1 098-1 112．
[40] Batty M. The New Science of Cities [M]. Cambridge: MIT Press, 2013.

[收稿日期]2023-01-27

PLANNERS

“规划师论坛”栏目
2023 年每期主题

第一期：老年友好型社会的规划应对
第二期：适应气候变化的国土空间规划应对
第三期：数字国土空间规划与智慧治理
第四期：现代都市圈的规划理论与实践
第五期：乡村振兴与国土空间整治
第六期：全域城市设计与制度创新
第七期：新型智能产业发展与规划响应
第八期：生态产品价值实现与生态空间规划
第九期：国土空间规划实施机制与运行体系
第十期：国土空间规划体系下的交通规划与管控
第十一期：耕地保护长效机制与制度保障
第十二期：陆海统筹空间规划与治理

(C)1994-2023 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net