

“锚机构”驱动城市创新生态系统的机制研究： 基于中美典型案例的跨制度比较

张洵君^{1,2,3}, 邢菁华^{1,2,3}, 曾丹烁⁴

(1. 清华大学华商研究中心, 北京 100084; 2. 北京大学城市软实力研究院, 山东 济南 250102;
3. 华商科技创新发展(济南)中心, 山东 济南 250118; 4. 商务部国际贸易经济合作研究院, 北京 100710)

摘要:在知识与数字技术驱动的全球化背景下,城市创新生态系统(UIE)的构建已从单一主体主导转向多元主体协同,成为区域发展战略的核心战略。基于多重螺旋理论框架,本文系统探讨“教育与医疗”(Eds and Meds)作为“锚机构”在城市创新生态系统中的角色与作用机制。通过比较分析美国德州医学中心、上海张江生物医药产业集群及济南国际医学中心等典型案例,研究发现:“教育与医疗”通过知识生产、制度转译、空间重组以及生态跃迁,系统性驱动城市创新生态系统的动态演进;作为“锚机构”,“教育与医疗”不仅是创新活动的执行者,而且是创新活动的组织者,更是联结政府、产业、公众与自然环境的关键枢纽,其协同能力深刻塑造着城市创新生态系统的韧性与可持续性。

关键词:锚机构;教育与医疗;城市创新生态系统;多重螺旋

中图分类号:F290 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-0566(2025)08-0093-12

Research on the mechanism of “anchor institution” driving urban innovation ecosystem: cross-institutional comparative study based on typical cases in China and the United States

ZHANG Xunjun^{1,2,3}, XING Jinghua^{1,2,3}, ZENG Danshuo⁴

(1. Center for Chinese Entrepreneur Studies of Tsinghua University, Beijing 100084, China;
2. Peking University City Sustainability Research Institute, Jinan 250102, China;
3. Chinese Entrepreneurs Science and Technology Innovation Center (Jinan), Jinan 250118, China;
4. Chinese Academy of International Trade and Economic Cooperation, Beijing 100710, China)

Abstract: Under the knowledge economy and digital technology-driven globalization, urban innovation ecosystems (UIEs) have transitioned from single-actor dominance to multi-stakeholder collaboration, making their development a core strategy for regional advancement. This study systematically examines the roles and mechanisms of “Eds and Meds” as anchor institutions in UIEs through the lens of multi-helix theoretical frameworks. By conducting a comparative analysis of global archetypes, such as the Texas Medical Center (U.S.), and Chinese cases like the Zhangjiang Biopharmaceutical Cluster and Jinan International Medical Center, this research uncovers how “Eds and Meds” function through knowledge production, institutional translation, spatial restructuring, and ecological transition mechanisms, systematically driving the

收稿日期:2025-06-30 修回日期:2025-08-28

基金项目:首批济南“海右计划”哲学社会科学领域人才资助项目“多螺旋视角下的济南国际医学中心创新生态系统发展研究”;新加坡南洋理工大学专项委托项目(MOE2016-T2-02-87)。

作者简介:张洵君(1977—),男,福建泉州人,博士,清华大学华商研究中心研究员,北京大学城市软实力研究院客座研究员,正高级经济师,研究方向为区域可持续发展的跨学科研究、可持续发展的商业和管理研究。通信作者:邢菁华。

dynamic evolution of urban innovation ecosystems. Key findings highlight that these anchor institutions not only orchestrate innovation but also serve as critical intermediaries bridging governments, industries, citizens, and natural environments, with their synergistic capacities fundamentally shaping the resilience and sustainability of UIEs.

Key words: anchor institutions; education and healthcare; urban innovation ecosystem; multiple helix

在集聚经济 (agglomeration economy) 效应下, 高端生产性服务业与知识密集型产业向核心城市集聚, 呈现出创新活动空间的城市化趋势。这种地理重构催生了以大都市为主导的新型知识地理格局。国内外学界对此现象展开多维度诠释, 创新区^[1]、城市技术创新生态系统^[2]、城市创新生态系统^[3]等不同维度但相互关联的概念得到了发展。美国布鲁金斯学会的《创新区的崛起: 美国创新的新地理》报告中指出美国创新的空间布局正发生一个显著的转变, 即创新区作为新兴城市模式正在崛起, 其定义为领先、前沿的锚机构 (anchor institutions)、企业与初创公司、孵化器、加速器等集聚且连接紧密的地理区域, 具备紧凑、交通便利、功能混合等特点。创新区通过整合各类创新资源、重塑经济地理格局, 为城市和地区在经济增长、社会公平及可持续发展等方面提供新路径, 以适应新时代创新发展需求。

“锚机构”这一概念在 2001 年由美国阿斯彭研究所提出, 主要是指长期扎根特定区域、与所在地形成共生关系的大型非营利或公共机构, 包括但不限于大学、医院、文化机构、公用事业公司等, 以及在特定情况下的大型私营部门组织^[4]。其关键特征包括空间不可移动性、嵌入当地经济和社区以及大量资源基础, 这些资源体现在当地采购、促进就业、培养和吸引人才、推动创新和商业支持^[5]。“Eds and Meds” (即“教育机构和医疗机构”的英文缩写, 下文简称为“教育与医疗”), 作为知识密集型“锚机构”, 因其在人才培育、技术研发、社会服务等方面的核心功能, 成为重塑城市创新生态的关键力量, 这通常与城市或地区的发展策略有关, 许多地方通过吸引教育机构和医疗机构来促进经济发展、提高生活质量和吸引人才。

一、文献综合和理论框架

既有研究成果从技术革新与集聚经济视角揭示

了城市创新生态系统的重构逻辑, 并强调以“教育与医疗”为核心的“锚机构”在整合知识、技术与政策资源中的关键作用。然而, 当聚焦于多重螺旋理论时, 现有框架仍存在两大局限: 其一, 对螺旋间动态协同机制的解释力不足, 尤其忽视政府、产业、学术界之外的潜在主体 (如公众、生态环境) 对创新生态的塑造作用; 其二, 对跨制度语境下螺旋互动模式的差异化缺乏比较分析, 如中美两国在医疗政策导向、市场参与度等方面的制度差异如何影响“教育与医疗”的创新驱动路径。实际上, “教育与医疗”在多重螺旋的复杂互动中突破传统角色边界, 既充当资源枢纽又承担制度转译功能。美国德州医学中心 (TMC), 这一全球最大医疗集群的演化路径为此提供了典型样本。TMC 占地 5.4 km², 年研发投入超 30 亿美元, 其体量远超传统创新区, 形成“医疗城市”这一独特地理单元, 体现了“锚机构”的超规模效应。TMC 的医疗机构既是知识生产者 (学术功能), 又是技术应用者 (产业功能), 同时承担公共卫生责任 (政府功能), 体现了三螺旋的角色重叠与功能转化。本文试图运用多重螺旋理论, 以全球规模最大的医疗集聚区美国德州医学中心、发展相对成熟的上海张江生物医药产业集群以及新兴的济南国际医学中心为案例, 研究“教育与医疗”如何通过重构多重螺旋的主体角色与协同机制, 推动城市创新生态系统的范式转型。

(一) 创新生态系统的城市维度

城市创新系统的多节点特性表明, 与之相关的“创新空间”, 遍布整个城市, 是一个由各种空间组成的星座, 包括研究机构、孵化器、加速器、创新中心、联合办公空间、初创公司和实验室^[6]。国内学者隋映辉^[7]提出城市创新系统可以表示为城市创新的扩散效应和科技产业聚集效应的矢量集合, 以及一个独特科技、经济、社会结构的自组织创新体系和相互依赖的创新生态系统。张永凯

等^[8]提出城市创新生态系统是城市的创新主体、创新资源及创新环境相互作用和相互影响并构成的有机整体。城市创新生态系统作为国家创新生态系统和区域创新生态系统的子系统,是将城市创新看作一个有机的生态系统,其中各个要素有机结合,共同推动城市创新发展。吕拉昌等^[9-10]提出并研究了基于创新的城市化。柳卸林等^[11]提出城市创新生态系统是指由诸多异质性创新主体构成、具有特定层级结构和功能形态的开放系统,系统内部多样化的创新主体能够同时与系统内、外部的主体进行协同互动,以促进结构化知识的创造和系统应用。

城市创新生态系统是由城市内部多样化的创新活动参与主体以及创新环境所构成的动态协调结构,且受本地资源禀赋、经济基础以及产业特征等因素影响,每个城市均是一个独特的创新生态系统并具有特定的功能形态^[12]。

国外学者 Camboim 等^[13]将智慧城市定义为一种城市创新生态系统,其中知识通过不同利益相关者之间经过深思熟虑的互动与协作实现顺畅流动。这个理论框架旨在阐释一种新型城市空间范式,其核心目标是通过创新驱动机制与福祉生产体系的协同作用,在实现经济价值创造的同时,构建有利于创造力激发与创新要素流动的繁荣生态系统。在城市创新生态系统中,多元主体(包括公民、企业、政府、教育机构及第三部门)通过协同创新机制实现价值共创与共享,以提升公民生活质量,同时为企业创造新商业机会^[14]。

创新集群是由初创企业、支持创业的企业和从创业迅速发展起来的成熟企业所组成的充满活力的生态系统^[15]。“创新集群”或“创新型集群”,体现了各创新型行为主体之间的互动合作关系^[16]。Bevilacqua 等^[17]强调将“集群”视为城市创新生态系统的核心组成部分。其重要性体现在以下5个维度:复杂性(创新集群在复杂适应系统中的关键作用)、功能性(作为产业竞争力与区域增长的驱动引擎)、战略性(为区域发展战略提供资源支撑并融入全球价值链)、独特多样性(通过

四螺旋相互作用,嵌入到强大的城市结构中,通过创新推动产生独特的经济效应)以及协同性(与创新生态系统的深度整合与动态协调)。以美国费城为例,费城是世界领先的细胞和基因治疗集群,在《费城 2035 发展规划》中,更是明确提出了“教育与医疗”两大主要战略,并将在两大集群中加码相应的支持政策。既有研究表明,基于平台的生态系统或数字生态系统、区域/地方生态系统和产业生态系统构成了创新生态系统的结构。创新生态系统的学术关注度呈现显著层级分化:国家及区域尺度的理论建构与评价体系已形成较完备的分析范式;相较而言,城市维度的研究尚处于学理探索阶段,现有成果多聚焦于概念框架解构。

(二)作为“锚机构”的“Eds and Meds”(教育与医疗)

“教育与医疗”作为城市创新系统的核心“锚机构”,其研究具有跨学科性质,其研究基础广泛涉及高等教育学、医学、城市科学、经济管理等多个领域。关于大学作为“锚机构”对城市发展的经济与社会作用,已成为高等教育学科研究的重要议题,并受到国外高等教育学者的广泛关注与深入探讨^[18-20]。国内学者张国昌等^[21]探讨了高校“锚+”创新空间的形成与内涵,提出高校“锚+”是一个多元行动者扩展的关系网络,多元主体构成的一个复杂适应系统,具有社会性、混合性、多元性和情境性的特点。作为另一类重要的“锚机构”,医疗机构对城市发展的经济与社会效应同样成为公共卫生学界的核心研究议题,其作用机制与影响路径已经得到系统性的理论探讨与实证分析^[22-23]。在“教育与医疗”的语汇下,美国布鲁金斯学会在《教育与医疗:城市的隐藏资产》的报告中详细阐述了高等教育机构和医院作为“锚机构”所发挥的作用^[24]。美国德州医学中心(TMC)作为“教育与医疗”驱动城市经济转型的典型案例,聂玄翊以集聚经济原理对 TMC 的成功进行了解释,并归纳为锚定效应、倍增效应和创新效应^[25]。国外的相关学术研究聚焦于“教育与医疗”对城市发展的多维作用,涵盖经济影响、社会效应、政策

分析、案例实践及未来趋势。

(三) 多重螺旋视角下的“Eds and Meds”(教育与医疗)

埃兹科维茨^[26]诸多研究直接以高等教育和大学为核心研究对象,其理论聚焦于大学在知识经济中的角色转型与作用机制。埃兹科维茨提出的三螺旋理论,突破传统线性创新范式,强调大学、产业、政府作为创新生态的核心主体,通过动态互动形成知识生产、技术转化与政策调控的协同机制。这个理论的核心假设是“交叠共识”,大学、产业、政府在功能上相互嵌套,通过制度创新形成创新网络。卡拉雅尼斯等^[27]将“公众”和“公民社会”引入创新主体中,提出了“大学—产业—政府—公众/公民社会”的“四重螺旋”创新生态系统,后又进一步将“自然环境”纳入创新系统中,提出“五重螺旋”理论。国内学者邢菁华等^[28]在研究中聚焦于生物医学知识生产与转化机制、政策驱动的产业制度适配、企业创新网络协同效应 3 个方面,揭示了体外诊断产业从基础研究到商业化的螺旋式跃迁路径。此后,张洵君等^[29]基于多重螺旋的创新理论视角,结合区域创新生态系统和产业集群理论,采用描述性案例分析方法,分析苏州工业园区(SIP)的

城市创新生态系统的建立、发展和演化过程。

在三螺旋理论框架下,大学已经从一个教学机构转变为集教学和研究为一体的组织,是最为支柱的主螺旋之一,而医院并非单一归属于某一螺旋,而是通过功能分化嵌入大学、产业、政府 3 个螺旋,形成动态角色定位:知识生产时属于大学螺旋,技术转化时融入产业螺旋,执行公共职能时依附政府螺旋。这种跨螺旋属性使医院成为医疗创新生态的核心枢纽,具有动态性与功能性特征。角色的灵活性使得教育和医疗机构能够更好地适应不断变化的环境,推动创新活动的开展。在四螺旋和五螺旋理论视野下,教育和医疗机构整合公众和社会需求,在创新过程中注重平衡伦理和环境约束。通过知识生产、制度转译、空间重组和生态跃迁四大核心机制,系统性驱动城市创新生态系统的动态演进和整体跃迁。具体来说,知识生产是基础,制度转译将知识转化为实际应用,推动技术的产业化和社会化;空间重组为创新活动提供物理空间和基础设施支持,促进创新要素的集聚和协同;在多重螺旋的复杂互动与协同演化下,生态跃迁实现城市创新生态系统的韧性可持续发展(见图 1)。

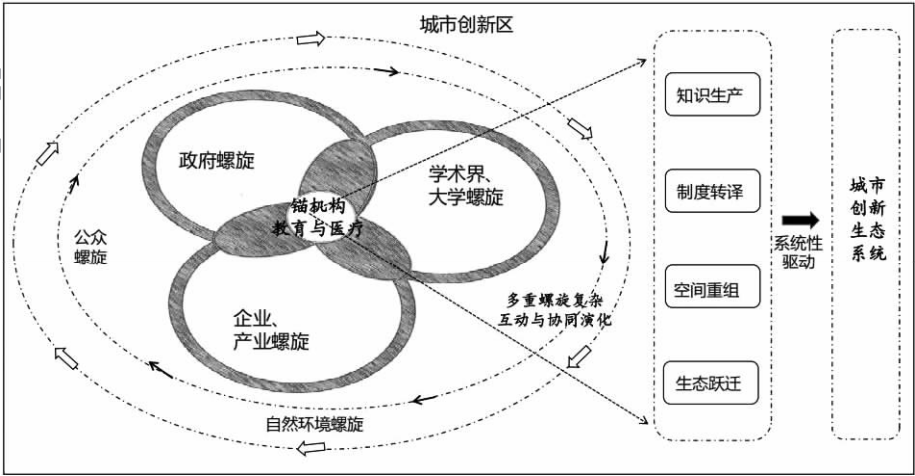


图 1 “锚机构”驱动城市创新生态系统的机制

二、案例研究：多重螺旋模型的实践验证

本文采用描述性案例研究方法,考察美国德州医学中心、上海张江生物医药产业集群、济南国际医学中心 3 个典型区域,分析“教育与医疗”重

塑城市创新生态系统的模式与路径。案例资料获取分为一手数据和二手数据两部分。①一手数据:采用混合式访谈方法,2024 年 2 月—2025 年 2 月,对美国德州医学中心、中国长三角经济带、山

东济南重点区域展开深度调研。②二手数据:多方渠道收集相关区域的年度报告、规划文件、官网数据、学术文献、企业财报、纪录片等,丰富案例研究的叙事维度与数据支持。美国德州医学中心、上海张江生物医药产业集群和济南国际医学中心,作为“教育与医疗”塑造城市创新生态系统的研究案例,它们具有典型性、差异性和互补性,能够全面反映不同制度环境、发展阶段和区域背景下的城市创新生态构建模式。

(一)美国德州医学中心(TMC)

全球最庞大最完整的医疗生态系统并不是波士顿剑桥的 Kendall Square,旧金山的 Mission Bay 等地,而是德州医学中心(TMC)。TMC 位于休斯敦市中心以南,是世界上最大的生命科学综合体,是一座名副其实的“城中之城”。它是由 54 个医疗机构和研究组织组成的庞大网络,包括 4 所医学院和 7 所护理学校、21 所医院、3 个一级创伤中心、8 个专业机构以及许多其他健康相关学科的学术和研究机构^[30]。作为通过合作、教育和研究推动生命科学发展的创新中心,TMC 已做好充分准备在未来几年继续发展,TMC 的设立极大地推动了休斯敦的区域发展,并成为美国及全球医疗创新的重要力量。

TMC 的独特之处,首先,在于其非营利机构属性,这一性质使其在资源整合上具备显著优势,既能更易获得政府、慈善基金、企业的捐赠资助及税收优惠、政策支持,为长远发展提供资源保障,又能以中立公正姿态凝聚学术界、产业界、政府等多方利益相关者,服务于“促进医学发展和公共健康”的核心使命;其次,在组织结构与运营方面,TMC 是伞式组织,TMC 这一“大伞”,为整个体系内的各个医院、大学、研究中心提供基础设施和管理支持,主要包括土地使用、资源协调等,而各个机构(如德克萨斯大学 MD 安德森癌症中心、德克萨斯心脏研究所、贝勒医学院等)在各自领域内独立运作,有自己的战略目标、管理模式和文化,它们形成了一种特殊的共生关系——Stand apart but together,“独立但整体”;最后,TMC 资源共享和跨机构联动,构建了一个协作与创新的医疗生态,且

TMCx(医疗创新加速器)支持初创企业技术转化,在“医疗机构协作+TMCx 加速”的双轮驱动下,医疗创新从“单点突破”升级为“系统生长”。

1. 美国德州医学中心(TMC)的多重螺旋演化分析

(1)三重螺旋框架下的 TMC 演化

TMC 在三重螺旋模型中,通过医院功能的动态嵌入,实现了大学、产业与政府三大主体的深度协同。作为跨螺旋枢纽,TMC 的医院在不同场景中切换角色:在与贝勒医学院、莱斯大学等高校合作时,医院通过临床数据反哺基础研究,成为大学螺旋的知识生产伙伴;在技术转化环节,医院通过专利授权和初创企业孵化(如 TMC 生物技术公司),融入产业螺旋的价值链;在承担区域疾病防控、医保政策落地等公共职能时,医院则成为政府螺旋的延伸执行者。这种动态协同打破了传统主体边界,构建了“基础研究—临床验证—产业化”的闭环,推动 TMC 在癌症治疗、基因技术等领域实现突破,通过三方资源整合孵化数百家初创企业,奠定了其全球医学创新枢纽的地位。

(2)四重螺旋扩展下的 TMC 升级

随着社会公众作为第四螺旋的引入,TMC 的医院进一步演化为社会价值的整合器,推动创新生态系统从技术驱动转向需求驱动。医院通过社区健康项目收集真实世界数据,从而将社会需求链接大学螺旋的研究议程。同时,医院通过健康科普讲座、患者参与式临床试验等机制,将公众从技术接受者转化为创新共塑者,增强社会对医疗创新的信任与支持。此外,医院通过与其他非营利机构(如 TMC 卫生政策研究所)合作,解决医疗资源分配不均问题,填补政府螺旋在公平性上的盲区。这一阶段,医院的角色从“资源交换节点”升级为“社会界面”,确保技术创新始终以解决实际问题为导向。

(3)五重螺旋深化下的 TMC 转型

在纳入自然环境的第五螺旋后,TMC 的医院进一步承担起生态与伦理守门人的复合角色。环

境责任方面,医院通过绿色技术应用将可持续性嵌入创新全流程,既作为大学螺旋的环保技术试验场,又成为产业螺旋的绿色标准制定者。全球责任层面,医院在跨国合作中平衡技术输出与伦理风险,成为全球健康治理的地方实践节点。这一演化使 TMC 从区域创新中心跃升为全球健康治理伙伴,其创新范式不仅追求技术先进性,更强调社会包容性与生态可持续性的平衡。

2. TMC“教育与医疗”在多重螺旋中的功能弹性与价值自觉

TMC 的多重螺旋演化本质是医院角色从“功能执行者”向“价值平衡者”的升级。在三重螺旋阶段,医院通过跨主体协同解决“如何创新”;在四重螺旋中,通过整合社会需求回答“为谁创新”;在五重螺旋中,通过界定伦理与环境边界定义“创新的限度”。这种动态角色分化使医院避免被单一主体主导,维持了生态系统的开放性与适应性。

芒福德在《城市发展史》提到“城市的主要功能是化力为形、化权能为文化、化朽物为活灵的艺术形象、化生物繁衍为社会创新”。城市创新生态系统的演化,是一部当代的城市发展史。TMC 的经验表明,城市创新生态的进阶需要超越单纯的技术或资本堆积,转而构建一个以非营利平台为枢纽、协作网络为脉络、动态适应为引擎的有机系统,其本质是通过制度设计将分散资源转化为协同生产力,并在开放中实现自我迭代。当代城市创新生态的竞争本质上是制度转化效能的竞争,其核心在于构建能够将技术可能性、制度包容性、文化适应性进行动态耦合的转化场域,其中至关重要是“教育与医疗”锚机构能否在多重螺旋中实现功能弹性与价值自觉。

作为“教育与医疗”驱动城市创新的全球典范,TMC 集聚全球顶尖人才与资本,带动休斯敦地区生物医药创新集群的崛起,通过系统性重构多元主体角色与协同机制,实现了城市创新生态的范式转型,并兼顾社会价值与可持续性。这种以“教育与医疗”为核心的城市增长极模式,验证了资源协同对城市能级跃迁的战略价值,为全球城

市创新提供了可借鉴的转型范式。

(二)上海张江生物医药产业集群

经过 30 多年的发展,上海张江不断完善生物医药服务生态体系,已集聚超过 2 300 家生物医药创新主体,从业人员超过 9 万人,新型研发机构、企业技术中心、公共技术服务平台超过 500 家,国家重大科技基础设施 12 个,全球药械 10 强超过 2/3 入驻张江、全国医药百强企业超过 1/3 在张江布局,形成了高度集聚的世界级生物医药研发创新集群。据《张江生物医药创新指数 2022》分析显示,2018—2021 年,张江各类创新主体已与全球 7 600 余家机构合作发表国际科技论文逾 3.6 万篇;与全球 13 个国家,71 家机构共同申请发明专利 400 多项。张江全球医药交易活跃,截至 2024 年年底,上海张江企业“技术许可”(license-out)跨境交易总额约 3 000 亿元,占全国超 1/3。

1. 上海张江生物医药产业集群的多重螺旋演化分析

(1) 三螺旋框架:政府、产业与学术的制度性协同

上海张江生物医药产业的高速发展,得益于其政府主导的三螺旋协同机制与系统性制度创新体系的双重驱动。通过国家级战略平台和政策工具的深度整合,张江构建了“基础研究—临床转化—产业化”的全链条创新生态。其一是创新主体协同重构。政府推动复旦大学医学院、上海交通大学医学院、上海交通大学张江高等研究院等高校、中国科学院上海药物研究所等科研机构、区属医院与企业的产业化资源深度融合,实现科研院所平台从技术执行者向创新组织者的角色跃迁,逐渐形成全球罕见的产业密度。其二是制度矩阵突破创新。2011 年率先提出药品上市许可持有人(MAH)改革构想,推动上海于 2015 年成为全国首个试点城市。在此基础上,医疗器械注册人制度、生物医药研发用物品进口“白名单”制度、生物医药特殊物品入境检疫改革等一系列创新制度,也相继在浦东新区试点试行。其三是产业生态效能释放。制度创新催生显著成果,有累计 20

个1类新药通过MAH模式获批上市(占全国32%)。上海张江先行先试的政策红利转化效率,体现了从制度设计的先导性,传递到要素聚合的杠杆效应,进而形成价值创造的网络效应的产业生态演进逻辑。

(2)四螺旋理论拓展:融入临床与用户需求的创新生态

在传统三螺旋基础上,张江进一步整合临床资源与用户需求,形成“四医联动”(医学、医药、器械、医疗)的生态闭环。用户需求驱动则通过“医企医保面对面”机制,将创新药械纳入市级医保目录,加速产品市场化。此外,张江的孵化平台(如高等级共享实验室)和风险投资资本为临床转化提供支撑,形成“研发—临床—产业”的良性循环。而医疗大数据通过整合公众健康行为数据与临床资源,构建疾病预测模型与个性化诊疗方案,在提升全民健康管理水平的同时,推动公众从“数据提供者”向“健康共治者”升级,实现公共卫生服务精准化与个人健康决策智能化的双向赋能。2025年年初,浦东新区在张江启动“医疗大数据创新实验室”建设,推动医疗大数据在生命科学产业中的应用和发展,推进医疗大数据从药物研发、临床试验优化、器械创新、上市入院等关键环节,服务企业的创新研发与商业布局。这标志着四螺旋向数字化深度协同演进。

(3)可持续发展新范式:绿色赋能与生态价值重构

卡拉雅尼斯(E. G. Carayannis)^[31]将自然环境维度纳入五螺旋,与多主体协同深度融合,为可持续创新提供了可操作的范式。可持续发展逐渐成为生物医药产业取得成功的关键要素。随着我国“双碳”目标的持续推进,中国生物医药企业高度认同可持续发展的重要价值,并将落实可持续发展的关键指标视为行业绿色发展的生命线。张江药企通过合成生物学技术革新、全产业链低碳布局与制度创新协同等方式,引领生物医药行业绿色转型。例如,张江企业药明生物的CEO陈智胜博士表示:“药明生物始终将可持续发展视为业

务战略的核心之一。在科技创新的驱动下,公司率先将绿色理念融入业务发展与生产运营,通过多个自主研发技术平台为全球合作伙伴提供贯穿药物发现(R)、开发(D)和生产阶段(M)的端到端绿色解决方案,旨在推动全球生物制药行业实现生态友好与绿色低碳转型。”复宏汉霖总裁黄玮说:“我们的供应链涵盖从研发到商业化生产的全生命周期,要确保所有供应商落实责任是具有挑战性的。我们期待与供应商密切合作,共同推动降碳减排实践,并获得更精确的排放信息,促进可持续发展举措的商业价值评估,在实现企业的长期可持续发展目标的同时,推动更广泛的可持续供应链实践。”

2. 创新生态系统的生命隐喻:“教育与医疗”驱动的城市有机体进化

在上海张江生物医药集群的发展实践中,城市创新生态系统从资本与技术推动的初级阶段,跃迁至以制度转译效能为核心竞争力的高阶形态。当代城市竞争的本质,已演变为制度设计能否将“教育与医疗”的“硬实力”转化为城市创新治理的“软规则”,而张江的实践正重新定义着全球生物医药集群的升级范式。上海张江生物医药集群的30余年演变,本质是一部以“教育与医疗”为“光合作用引擎”的城市创新生态系统生长史。这座从阡陌农田中崛起的科学新城,汲取埃比尼泽·霍华德“田园城市”的共生智慧,将城乡融合理念升维为“教育—医疗—产业—公众—环境”协同代谢的有机网络,使城市空间成为具有自我进化能力的“生命操作系统”。

(三)济南国际医学中心(JMC)

济南国际医学中心成立于2017年7月,由山东省政府批复设立,占地面积35 km²,规划建筑面积2 700万 m²,预计总投资2 000亿元,是山东省在“健康中国”战略框架下推动医疗健康产业升级的重要实践。依托国家健康医疗大数据中心(北方)、国家人类遗传资源共享服务平台山东创新中心、齐鲁中科现代微生物技术研究院三大国家级平台,建设山东第一医科大学、山东中医药大学国

际眼科与视光医学院两所大学和先进药物递释系统全国重点实验室等多所科研机构,聚集了山东省质子临床研究中心、树兰医院、广安门医院济南医院等一批高端医疗机构,打造了精准医学、医疗器械等产业园区,初步形成了教育、科研、医疗、产业一体的大健康生态。作为政府主导型区域创新集群的典型代表,JMC 通过“政府—产业—大学”三螺旋协同机制,探索了一条资源整合与制度创新并重的特色路径,其发展经验既体现了中国情境下政府主导模式的高效性与阶段性优势,也为优化创新生态的长效机制提供了启示。

1. 济南国际医学中心的多重螺旋演化分析

(1) 三螺旋协同:政府引导下的创新生态实践与优化展望

其一是政府主导的协同逻辑与阶段成效。在 JMC 的三螺旋框架中,政府不仅是政策制定者,更是创新生态的架构师与资源调配者。山东省政府通过顶层设计与系统性政策供给,为 JMC 注入了强大的制度动能。2017 年启动之初,JMC 即被纳入山东省“新旧动能转换”核心工程,获得自贸试验区联动创新政策支持,2025 年山东省政府出台《支持济南国际医学中心高质量发展政策清单》等政策,为区域医学产业的高质量发展注入持续动能。具体实践中,政策实施注重机制创新与精准服务,提升行政效率,降低企业制度性交易成本,有效激活 JMC 医疗科技创新成果向临床应用与产业化的转化活力,彰显政策落地过程中“制度创新+精准服务”双轮驱动的实践效能。其二是产业与学术协同的实践突破。以山东第一医科大学为例,山一大坚持科教融合战略,大力推进教研医协同发展、校院融合嵌入式一体化发展,通过构建“大学+研究机构+附属医院”一体化协同发展模式,推动教学型、科研型、临床型等不同类型人才交流互动和不同单位间的嵌入式发展,共同推进项目开展、成果产出和转化,同时密切关注未来产业发展需求,在“AI+”、新医科、医工融合等战略性新兴产业交叉领域超前布局^[32]。

(2) 四螺旋深化:公众参与与民生需求融合

JMC 在“政府—产业—大学”协同基础上,通过公众参与机制强化创新合法性。公众需求侧,包括依托国家健康医疗大数据中心(北方)整合居民健康数据等;社会联合机制上,多元举措搭建公众参与平台。在此过程中,引导公众从被动接受医疗服务逐步转向主动参与健康管理。JMC 和山东第一医科大学连续多年联合举办融“知识普及、免费筛查、特色体验”于一体的大型义诊活动,为群众提供更优质便利的健康服务。JMC 还探索由政府部门协同、全社会共同参与的运动促进健康新模式,设立“山东省运动与健康产业协同创新中心”,规划建设具有现代城市空间公共性的全民健身中心,推动健康服务从诊疗向运动场景延伸,让运动促进健康的理念融入日常生活,助力全民健康目标的实现。

(3) 生态约束与绿色创新实践

JMC 在顶层设计中纳入环境可持续维度,以融合“医、教、研、产、城”为框架推进低碳空间建设。JMC 医疗硅谷项目秉持降碳、减污、扩绿的绿色发展理念,推广低碳技术与智能化、网络化技术,推动节约资源和保护环境的产业结构、生产方式、生活方式、空间格局。例如,新能源供热、供冷项目,采用以可再生能源为主的多能互补方案,通地源热泵等技术实现绿色低碳的区域能源综合供应。例如,山东第一医科大学济南主校区项目,承建方中建八局以全生命周期节碳为核心目标,通过科学规划、低碳建造、落地海绵城市理念、搭建智能运维体系,建设真正意义上的绿色低碳校区。JMC 在深化国际合作与制度创新的过程中,借鉴国际经验优化技术适配性,持续探索绿色低碳转型路径,逐渐形成的“技术规划—制度探索—生态实践”发展模式,为区域医疗集群的绿色创新提供了示范。

2. “教育—医疗—制度”协同的城市创新生态系统实践

作为山东省在“健康中国”战略下重点打造的医学创新枢纽,JMC 不仅通过“教育—医疗—制度”三元协同构建了大健康生态,更进一步嵌入到

济南这一城市的创新体系之中,成为推动区域创新要素集聚与产业升级的核心支点。从区域创新视角看,JMC 依托地理枢纽优势,将医学新城有机融入京沪创新走廊和齐鲁科创走廊。其中,山东第一医科大学等教育科研机构作为教育端的“知识池”,国家健康医疗大数据中心作为医疗端的“数据加速器”,持续输出高能级知识与创新场景,大幅提升要素流动效率,实质上将传统“中心地”升级为 Castells^[33]所言的“流动空间”节点,激活了 Perroux^[34]“增长极”理论的极化—扩散效应。而卡斯特所提出的“流动空间”,作为基于时间与过程共享、网络化连接的空间形态,正逐步超越以物理距离为核心的传统“场所空间”,成为创新要素流动与区域协同的主导力量。

在制度层面,省级政府以“新旧动能转换”政

策试验田为定位,将碳排放交易、数据跨境流动等前沿制度创新嵌入黄河流域生态保护战略,推动 JMC 成为集知识生产、制度转译、空间重组与生态韧性于一体的“城市创新生态系统 3.0”样板。这一模式不仅为济南构建高质量城市创新生态系统提供了关键支撑,也为其他城市通过锚机构驱动创新升级、实现产城融合与区域协同,提供了可资借鉴的“在地化”实践范式。

三、案例比较和启示

基于前文对美国德州医学中心(TMC)、上海张江生物医药集群、济南国际医学中心(JMC)的深度解析,三者分别代表了全球化背景下“教育与医疗”驱动城市创新生态的 3 种路径(见表 1):以 TMC 为代表的非营利协同型、以张江为代表的制度突破型、以 JMC 为代表的在地融合型。

表 1 “教育与医疗”驱动城市创新生态的三种路径比较

维度		美国德州医学中心(TMC)	上海张江生物医药集群	济南国际医学中心(JMC)
创新主体	政府角色	非营利组织主导,土地规划权集中,长期低租金政策吸引机构	政府主导规划,纳入国家自主创新示范区,政策支持研发转化	政府战略定位明确,对标国际标杆,提供土地、资金及产业配套政策
	大学/科研机构	20 所大学 + 300 多个实验室(如贝勒医学院、莱斯大学),基础研究 with 临床结合紧密	复旦大学医学院、上海交通大学医学院等高校,中国科学院上海药物所等科研平台,侧重产学研联动	山东第一医科大学、山东大学齐鲁医院国家医学中心,国家健康医疗大数据中心(北方)等,聚焦数据驱动型科研
	企业/产业	50 多家顶尖医疗机构(MD 安德森癌症中心等)与生物医药企业集群,协作网络强	微创医疗、西门子医疗等千家企业,形成细胞与基因治疗产业集群,CRO/CDMO 服务链完善	上百家高新技术企业,聚焦高端医疗器械、数字医疗,打造国产替代重器
主导驱动模式		非营利伞式组织架构,松散协作网络	政府主导,强制度创新与市场化运作	政府主导,政策工具与地理邻近性协同
螺旋演进阶段		三螺旋(大学/医学院—产业—政府)→四螺旋(公众参与)→五螺旋(全球责任)	三螺旋(政府—产业—学术)→四螺旋(数字化协同)→五螺旋(绿色技术与数据要素)	三螺旋(政府—教育—医疗)→四螺旋(公众参与)→五螺旋(生态约束)
核心协同机制		动态角色分化(医院作为跨螺旋枢纽),公众需求驱动创新议程	制度矩阵突破(MAH、白名单制度),医疗大数据驱动精准研发	教育端“知识池”与医疗端“数据加速器”互补,政策工具降低交易成本
创新生态特征		全球健康治理节点,技术输出与伦理约束平衡	全球研发网络枢纽,资本与技术密集优势	产城人融合的在地化范本,知识密度与空间集聚协同
可持续性实践		全生命周期碳排放控制,全球低成本医疗方案输出等	合成生物学技术革新,全产业链低碳布局等	绿色低碳医疗园区试点,黄河流域生态保护和高质量发展、绿色低碳高质量发展
知识溢出路径		跨国医学教育网络促进隐性知识流动	跨境 License-out 交易推动显性技术扩散	地理邻近性加速临床数据向研发端的短链转化

尽管其发展背景、制度环境与主体互动模式存在显著差异,但均通过重构多重螺旋的协同逻辑,验证了“教育与医疗”作为“锚机构”对城市创新生态的塑造能力。以下通过比较分析提炼其核心共性特征,并揭示理论启示与实践价值。

(一) 共性特征:“教育与医疗”作为城市创新生态的“锚定支柱”

“教育与医疗”是城市创新生态系统的“锚定

支柱”,其不仅提供知识生产与转化的基础设施,更通过制度性嵌入构建稳定的创新底盘。以 TMC 为例,其医疗机构作为“锚定支柱”,吸引全球顶尖人才与资本集聚,形成“磁吸效应”;张江通过高校与药企的深度绑定,将科研能力转化为产业竞争力;JMC 则依托山东第一医科大学的“人才底座”与质子中心的“技术基座”,支撑区域医疗技术迭代。这种“锚定”功能体现为三重价值:知识生产的源

泉、技术转化的底座、制度创新的试验田,其稳定性直接决定城市创新生态系统的抗风险能力。

(二)理论启示:多重螺旋的动态协同范式

三大案例的实践验证了多重螺旋理论的动态适应性。①角色弹性。TMC 的医院从单一服务提供者升级为全球健康治理节点,在五螺旋中平衡技术输出与伦理约束;张江的政府角色从政策制定者延伸至数据要素市场设计者,通过医疗大数据平台重构研发范式;JMC 则通过教育端的跨学科人才培养等“知识池”与医疗端的“数据加速器”(如质子治疗中心临床数据)互补,形成知识密度驱动的增长极。②制度转译。无论 TMC 的非营利平台治理、张江的 MAH 制度突破,还是 JMC 的碳排放核算标准,均体现了“锚机构”将技术可能性转化为制度可行性的能力。这种转译本质上是知识资本(教育)、场景资本(医疗)与制度资本(政策)的再配置过程,其效能直接决定了创新生态系统的韧性。③空间重组。三地均用“教育—医疗—产业”同址或者近距叠合、交通与服务一体化,将传统园区升级为多重螺旋实时耦合的螺旋式生长空间,在空间、制度、功能等维度上呈现出可复制的共性机制。④生态跃迁。可持续发展目标(SDGs)的刚性嵌入(如TMC的全生命周期碳管理、张江的合成生物学技术革新、JMC的绿色低碳园区),标志着城市创新从“技术优先”转向“技术—伦理—环境”协同范式,呼应了五螺旋理论中“人类—自然”共生关系的核心命题。

(三)实践启示:从路径分野到协同跃迁

1. 实践价值

不同发展阶段的创新集群需针对性优化协同路径。以上海张江生物医药集群、济南国际医学中心(JMC)为代表的政府主导型集群需从“政策输血”转向“系统造血”。例如,通过数据资产化试点激活社会资本,设立“自由探索基金”支持高风险基础研究,避免政策惯性抑制市场活力。非营利协同型集群(TMC)的协作网络机制为中国公立医院转型提供启示——从被动服务提供者升级为创新组织者;JMC 则可以强化地理邻近性的知识

溢出效应,探索“飞地经济”模式联动京津冀资源,增加患者和社群互动医疗的区域生态融合。

2. 资源整合策略

锚机构应充分发挥其“知识磁场”效应,吸引全球创新资源集聚。依托 ECFMG-J1 体系,TMC 各附属医院系统性接收国际住院医师,构建跨境临床培训网络,推动诊疗规范与技术经验的跨国隐性知识流动。中国需突破执业许可与签证壁垒,在国家医学中心试点国际住院医师计划,并同步开通科研合作快速通道,实现本土机构的全球创新网络融入。

3. 制度创新路径

需聚焦关键瓶颈,如医疗数据跨境流动、AI 伦理审查等领域的政策试验,平衡创新风险与监管需求。比较案例发现,制度创新的针对性越强,其对创新生态系统的催化作用就越显著。

四、政策建议与结语

“教育与医疗”作为城市创新生态系统的“锚机构”,其价值已超越传统的资源集聚与技术突破,更在于通过制度设计、多重螺旋的空间动态协同,重塑城市发展的价值层逻辑,从单一的经济增长转向包容性创新与可持续福祉。城市作为一个多维度的动态复合体,其内在复杂性表现为社会文化多元性、经济形态差异性以及空间结构层级性的动态交织,这种多重要素的非线性互动共同构建了类生命系统般的运行逻辑。基于“教育与医疗”作为“锚机构”所具有的超越传统范畴的重要价值,以及城市作为多维度动态复合体所呈现出的复杂运行逻辑,我们需要通过具有针对性的政策来引导和促进“锚机构”发挥作用,进而重塑城市发展的价值层逻辑。

1. 突出“教育与医疗”机构的枢纽作用

建议将“教育与医疗”明确定位为城市创新发展的核心支点,在战略规划中赋予其引领性地位。具体可通过专项政策支持这些机构牵头制定跨领域创新议程。例如,在智慧医疗、教育科技等交叉领域建立示范项目,强化其对区域创新资源的整合能力。

2. 深化多主体协同网络建设

在传统产学研合作模式外,建议重点推动医疗机构、高校与社区组织、科技企业的深度互动。比如通过建立“创新联合体”等机制,鼓励医生参与技术研发需求提出,或教师参与企业人才标准制定,形成知识需求与供给的精准对接。可考虑设立跨部门协调办公室,专门破解不同主体间的合作壁垒。

3. 构建动态升级的创新生态系统

城市规划部门需将“教育与医疗”布局纳入创新功能区建设的核心考量。例如,在生物医药产业园区配套建设转化医学中心,在高科技企业聚集区规划高等教育等配套设施。

4. 加速创新成果的全球化流动

支持本地医疗机构与国际顶尖医学院建立联合实验室,鼓励高校设立海外技术转移中心。政策层面可对跨国科研合作项目给予额外税收优惠,或建立国际专利快速审查通道。特别要注重将医疗大数据等优势资源转化为国际标准制定的话语权。

5. 创新制度供给突破发展瓶颈

针对前沿领域探索建立“监管沙盒”机制,例如在医疗数据应用方面试行分级分类授权模式,在基因编辑研究领域组建跨学科伦理审查委员会。建议定期开展“制度创新需求调研”,由锚机构直接反馈体制机制障碍,通过立法听证等途径推动针对性改革。

“教育与医疗”作为城市创新生态系统的锚机构,其核心竞争力在于其作为“知识—制度—空间”协同枢纽的能力。未来城市竞争的本质将是制度转化效能的竞争,关键在于能否构建“知识密度—政策弹性—生态韧性”三位一体的协同范式。这种“锚定效应”的本质,是城市创新从要素驱动向系统性驱动的范式跃迁。在全球化竞合与在地化转型的双重压力下,中国城市创新区需以“锚机构”为支点,构建三重能力:通过跨学科教育打破认知边界的知识裂变力、将政策红利转化为市场活力的制度转译力、以刚性约束倒逼技术升级的生态韧性力。未来,随着医疗数据资产化、基因编

辑伦理治理、碳中和技术创新等议题的深化,“锚机构”需进一步从“创新组织者”升级为“规则建构者”,在多重螺旋的动态平衡中,探索一条兼顾效率、公平与可持续的城市创新之路,这既是“健康中国”战略的必然选择,更是全球城市文明演进的中国答卷。

参考文献:

- [1] KATZ B, WAGNER J. The rise of innovation districts: a new geography of innovation in America[R]. District of Columbia: brookings institution, 2014: 1-22.
- [2] MULAS V, MINGES M, APPLEBAUM H. Boosting tech innovation ecosystems in cities: a framework for growth and sustainability of urban tech innovation ecosystems[J]. Innovations: technology, governance, globalization, 2016, 11(1/2): 98-125.
- [3] PEEK G J, CLARK G, MOONEN T. Building the innovation economy: city-level strategies for planning, placemaking and promotion[M]. London: Urban Land Institute, 2016: 9-27.
- [4] TAYLOR H L, LUTER G. Anchor institutions: an interpretive review essay[R]. New York: anchor institutions task force, 2013: 1-37.
- [5] SMALLBONE D, KITCHING J, BLACKBURN R. Anchor institutions and small firms in the UK: a review of the literature on anchor institutions and their role in developing management and leadership skills in small firms[R]. London: UK Commission for Employment and Skills, 2015: 1-40.
- [6] WAGNER J, WATCH D. Innovation spaces: the new design of work[EB/OL]. (2015-05-20) [2025-04-09]. https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2017/04/cs_20170404_innovation_spaces_pdf.pdf.
- [7] 隋映辉. 城市创新生态系统与“城市创新圈”[J]. 社会科学辑刊, 2004(2): 65-70.
- [8] 张永凯, 韩梦怡. 城市创新生态系统对比分析: 北京与上海[J]. 开发研究, 2018(4): 64-70.
- [9] 吕拉昌, 孙飞翔, 黄茹. 基于创新的城市化: 中国 270 个地级及以上城市数据的实证分析[J]. 地理学报, 2018(10): 1910-1922.
- [10] 吕拉昌. 基于创新的城市化: 深圳、底特律、硅谷的案例析[J]. 河北师范大学学报(自然科学版), 2020(2): 166-169.
- [11] 柳卸林, 吉晓慧. 中国城市创新生态系统竞争力评价研究: 基于中国 100 个城市的分析[J]. 科学学与科学技术管理, 2024(1): 91-109.

[12]孙志燕,侯永志. 对我国区域不平衡发展的多视角观察和政策应对[J]. 管理世界,2019(8):1-8.

[13]CAMBOIM G F,ZAWISLAK P A,PUFAL N A. Driving elements to make cities smarter: evidences from European projects[J]. Technological forecasting and social change, 2019(142): 154-167.

[14]APPIO F P,LIMA M,PAROUTIS S. Understanding smart cities: innovation ecosystems, technological advancements, and societal challenges[J]. Technological forecasting and social change, 2019(142): 1-14.

[15]ENGEL J S. Global clusters of innovation: lessons from silicon valley[J]. California management review, 2015, 57(2): 36-65.

[16]王缉慈. 园区和集群: 创新驱动区域发展之思[M]. 北京: 中国电子工业出版社, 2023: 5-7.

[17]BEVILACQUA C,PIZZIMENTI P,OU Yapeng. Cities in transition and urban innovation ecosystems: place and innovation dynamics in the case of Boston and Cambridge (USA)[J]. Sustainability, 2023, 15(18): 13346.

[18]HOLLEY K,HARRIS M. Universities as anchor institutions: economic and social potential for urban development[M]//MICHAEL B P. Higher education: handbook of theory and research. Cham: Springer,2016: 393-439.

[19]O' FARRELL L,HASSAN S,HOOLE G. The university as a just anchor: universities, anchor networks and participatory research[J]. Studies in higher education, 2022, 47(12): 2405-2416.

[20]MOODIE G, WHELAHAN L. Colleges as anchors of their communities: emergence and agglomeration[J]. Journal of vocational education & training, 2024, 77(1): 58-80.

[21]张国昌,胡赤弟. 空间转向视角下的高校“锚+”创新空间研究[J]. 江苏高教, 2024(5):36-41.

[22]KOH H K,BANTHAM A,GELLER A C, et al. Anchor institutions: best practices to address social needs and social determinants of health[J]. American journal of public health, 2020, 110(3): 309-316.

[23]WAGNER D,LAGU T,HAYWOOD C, et al. Navigating barriers: healthcare anchor institutions and population health advancement[J]. International journal of molecular sciences, 2024, 12(4): 445-450.

[24]HARKAVY I,ZUCKERMAN H. Eds and meds: cities' hidden assets[R]. Brookings institution, 1999.

[25]NIE Xuanyi. Transforming urban economy with “Eds and Meds”: inspirations from the Texas Medical Center (TMC)[J]. Urban and regional planning, 2019, 4(4): 136.

[26]埃茨科维兹. 三螺旋创新模式: 亨利·埃茨科维兹文选[M]. 陈劲,译. 北京: 清华大学出版社,2016:121-139, 177-194.

[27]CARAYANNIS E G,CAMPBELL D F J,DIRK M, et al. The ecosystem as helix: an exploratory theory-building study of regional co-opetitive entrepreneurial ecosystems as quadruple/quintuple helix innovation models[J]. R&D management, 2017, 47(3): 148-162.

[28]邢菁华,张洵君. 创新与产业动态变化及演化关系: 以中国体外诊断产业为例[J]. 中国科技论坛, 2018(5): 23-31.

[29]张洵君,邢菁华. 多重螺旋视角下的苏州工业园区创新生态系统发展研究[J]. 科学管理研究, 2023(6): 60-69.

[30]Texas Medical Center. The history of Texas medical center (report No. 4) [R/OL]. [2025-04-09]. Houston TX: Texas medical center. <https://digitalcommons.library.tmc.edu/tmcreports/4>, 2017.

[31]CARAYANNIS E G, BARTH T D, CAMPBELL D F J. The quintuple helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation[J]. Journal of innovation and entrepreneurship, 2012, 1(1): 1-12.

[32]宋喜群,冯帆. 推进教研医协同发展: 山东第一医科大学坚持科教融合,构建一体化模式[N]. 光明日报, 2025-02-23(4).

[33]CASTELLS M. Grassrooting the space of flows[J]. Urban geography, 1999, 20(4): 294-302.

[34]PERROU X F. Economic space: theory and applications[J]. Quarterly journal of economics, 1950: 64(1): 89-104.

(本文责编:润 泽)