

“互联网+”背景下创新要素流动对城市能级提升的动力机制研究

——以上海数据和模型仿真为例

熊 励, 孙文灿

(上海大学 管理学院, 上海 200444)

摘要:基于系统动力学的理论和方法,构建了“互联网+”背景下城市能级提升的系统动力学模型,分析了技术、资金和人才等创新要素流动对城市能级提升的动力机制。研究表明,受互联网的影响,创新要素在全球城市间频繁地流动和集聚,不仅增强了城市的对外影响力,还促进了城市功能的完善,对城市能级的提升有显著促进作用。通过对比分析,从技术进步、人才引进以及跨国投资3个方面探究了这种促进作用的内在机制,并在此基础上,提出了新形势下上海城市发展的建议。

关键词:互联网+;城市能级;创新要素;系统动力学

DOI:10.6049/kjbydc.2016030770

中图分类号:F292

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2016)20-0043-07

Study on the Dynamic Mechanism of How the Innovation Elements Flows Promote City Level in the Internet Plus Era

——Taking Shanghai as an Example

Xiong Li, Sun Wencan

(School of Management, Shanghai University, Shanghai 200444, China)

Abstract: Based on the theory and method of system dynamics, a system dynamics model of city level promotion under the background of the Internet plus era is built in this paper. With the utilization of Vensim simulation platform, it analyzes the dynamic mechanism of how innovative elements flows, like technology, capital and talents, promote city level. Studies have shown that under the influence of the Internet, the flow and agglomeration of innovation elements among the cities in the whole world become more and more frequently, which is to enhance city's external influence and promote city level. Through comparison and analysis, the paper explores the internal mechanism of the promoting effect from three aspects as follows: technology advancement, talent introduction and transnational investment. And on this basis, it puts forward any ideas and suggestions about the way how Shanghai is going to develop under the new situation in the future.

Key Words: Internet Plus; City Level; Innovation Elements; System Dynamics

0 引言

随着“互联网+”行动计划的提出,互联网和信息技术全面渗透到了城市发展的各个方面,商业贸易、文化教育、娱乐社交、行政管理也随之产生深刻变革。互联网联通一切的特性,与在全球化浪潮下形成的全球城市网络实现了更为紧密的结合,使技术、资金、人才等创新要素以一种极为便捷的方式在全球范围内充分流动和集聚。城市作为要素流动网络在地理空间上对应的一个节点,其在全球城市网络中的能级水平越来

越取决于流入与流出该节点的创新要素规模和强度。

城市能级是指城市的综合实力及对其它地区的影响力。最初的研究通过构建指标体系,选取若干影响全球城市排名的属性,定量衡量城市综合实力,从而测定城市能级。这种以孤立的城市为研究对象的思路和方法忽视了全球化浪潮下城市之间的紧密联系以及这种联系对城市能级所带来的影响。基于此,Castells^[1]提出了“全球流动空间理论”。此后,Taylor^[2-4]利用跨国服务业企业的全球分布,构造了城市嵌套网络模型(Interlocking Network Model),基于跨国服务业企业在

收稿日期:2016-06-08

基金项目:教育部人文社会科学研究规划基金项目(12YJA630158);教育部人文社会科学研究青年基金项目(15YJCZH077);上海市人民政府决策咨询研究项目(2014-A-42-A);上海市教育委员会科研创新项目(14ZS085)

作者简介:熊励(1966—),女,湖北武汉人,上海大学管理学院教授、博士生导师,研究方向为信息管理与决策支持、信息产业与信息商务、智慧城市等;孙文灿(1992—),男,湖北黄冈人,上海大学管理学院硕士研究生,研究方向为决策支持系统与智慧城市。

城市的分布情况建立了“城市—企业数量矩阵”，并通过矩阵评分对这些城市的联系能级进行了排名。Derudder Witlox^[5-6]利用城市间航空旅行旅客流量数据对城市间联系能级进行了衡量。Zhao M 等^[7]对中国 287 个城市的 323 家全球先进生产性服务业企业分布情况进行了分析，探索了城市间差异性和连通性。刘江会^[8]计算了上海在全球城市网络体系中的联系能级，并利用“国际航班数量矩阵”对测算结果进行了佐证。姚永玲等^[9]改进了 Taylor 建立的“城市—企业数量矩阵”模型，利用 69 个跨国现代服务业企业在全 49 个城市的分布，计算了中国北京和韩国首尔在全球城市网络中的联系能级，并分析了决定两个城市联系能级的动力因素。Hennemann 和 Ben Derudder^[10]考虑到 Taylor 模型的不完整性和不准确性，设计了一种主链接算法，在嵌套网络模型的基础上生成一种模式有向图，更准确地评估了城市在网络中的能级水平。上述研究都受到 Castells 空间网络思想的极大影响，并且基于 Taylor 的城市嵌套网络模型，强调城市网络中城市联系的非地理连续性，从而较好地解释了全球化背景下，一些城市如何超越绝对空间，产生世界范围的影响力。然而，这种分析方式依旧遵循以往城市排名方法来分析城市综合实力，并且通过反映城市影响力的外在要素（跨国公司、航空客流等）间接衡量城市能级水平，并没有全面、动态地分析影响城市发展的内在要素和提升城市能级的动力机制。

国内学者还从城市功能入手，将城市能级看作城市功能的体现。孙志刚^[11]把城市功能分为经济功能、创新功能、服务功能 3 个方面，认为城市能级就是城市的一种或多种功能对该城市以外地区的影响程度。韩玉刚等^[12]从城市的经济功能出发，将城市能级细分为经济能级、潜力能级和支撑能级，并选取 32 个指标对城市能级进行衡量，测算安徽江淮城市群城市能级指数。方大春、孙明月^[13]选取衡量城市经济实力的若干指标，加权求得长江经济带上相关城市的能级指数，并通过断裂点模型和经济辐射场强模型测算核心城市的影响力。此类研究多从经济发展水平的角度出发，通过构建指标体系测算城市的经济实力来衡量城市能级，并未对城市能级提升的动力机制进行深入分析。此外，周振华^[14]还以城市的服务功能为立足点，研究了城市能级与现代服务业的关系，认为城市能级水平主要取决于对外经济联系的联通性和协同性。

综上所述，国内外学者对城市能级的研究多以全球城市网络为基础，通过对全球城市网络中不同城市进行能级排名，分析城市作为节点在全球城市网络中的影响力和对周边地区的辐射力，而忽视了城市发展系统作为一个高阶次、多重反馈循环和高度非线性的开放复杂巨系统这一事实。在这一复杂系统中，影响城市能级的因素除城市网络这种外部环境外，更重要的是城市在与外部环境进行物质、信息和能量交换时，

在全球城市网络间流动、集聚并成为城市发展动力源的创新要素。本文通过构建全球城市网络中城市节点的系统动力学模型，以上海为例，模拟在“互联网+”的背景下，城市发展系统中技术、资金和人才 3 种创新要素在全球城市网络中流动与集聚的过程，研究其与城市能级提升之间的动态关系，进而分析提升城市能级和建设全球城市的内在动力机制。

1 创新要素与城市能级提升之间的互动关系

1.1 创新要素与城市发展

系统论的观点认为，系统运行主要受系统内生动力主导，并由系统内部结构决定^[15]。城市发展系统作为一个典型的开放复杂巨系统，其运行过程受地理环境、与腹地之间的经济交往和国际贸易等多重因素的影响，但归根结蒂，影响城市发展最重要的因素依旧是城市发展系统中的内部要素。在工业化初期，城市发展主要通过经济增长来实现，而经济增长需要依靠土地、能源和一般劳动力等初级要素驱动。随着工业化进程的推进和城市信息化水平的提高，城市需求结构变化导致产业结构调整，城市发展驱动力由初级要素向创新要素转变，创新要素主导的创新驱动成为推动城市转型和发展的新动力。创新要素在城市间的集聚效应，促进了城市发展系统中创新主体的创新发展能力。童纪新和李菲^[16]采用 AI 改进模型，测算了上海南京两地的创新要素集聚指数，对两地的创新集聚效应进行了对比研究，结果表明创新要素集聚对于城市创新发展具有促进作用。创新要素包括资源、资金、技术和人才^[17]，考虑到资源的概念较为广泛，且包含土地、能源等初级生产要素，因此，本文只选取技术、资金和人才作为创新要素。创新要素直接影响城市发展系统中政府、企业、高校和科研机构等各种创新主体的行为方式，引起城市内部结构及外部环境的有益变化，从而使城市形成特有的功能结构，这种功能结构正是城市发展的具体内涵和城市能级提升的基础依托。城市发展系统中的要素流动和要素集聚如图 1 所示。

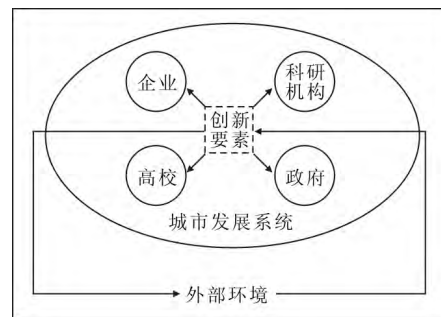


图 1 城市发展系统结构模型

1.2 “互联网+”背景下创新要素流动促进城市能级提升

要素流动与城市发展密切相关，目前，国内不少学

者都通过研究要素流动来分析城市或区域发展情况。杨省贵和顾新^[18]立足于区域创新功能,研究了区域创新体系之间创新要素流动机理,重构了创新要素在区域创新体系间的流动模型。他们认为创新要素总会从边际贡献率低的区域向边际贡献率高的区域流动,这种流动对于创新要素自身及其所在区域创新体系的发展都是有利的。马飒^[19]以区域经济功能为研究对象,分析了生产要素在区域之间的流动过程,以及这种流动对世界经济的影响,揭示了生产要素国际流动的基本规律,阐明了经济要素和全球化经济要素决定生产要素国际流动的原理,指出跨国公司追求更高收益是生产要素国际流动的动因。张幼文和薛安伟^[20]则突破了传统的经济增长理论中强调要素积累作用的认识,考虑了要素流动本身对经济增长的影响。学者们多着眼于要素流动与集聚过程及其对城市单一功能的影响,而没有将创新要素看作城市整体发展的基础性资源,并且忽视了城市发展系统的统一性和完整性。

在“互联网+城市”的发展模式下,技术、资金和人才等创新要素已经由单纯影响城市经济发展的生产性要素转变为对城市各方面发展都至关重要的基础性资源,其通过在不同区域间流动和集聚来影响城市发展

进程,甚至控制城市中经济社会现象。许露元和李红^[21]通过对珠三角和北部湾的城市群进行研究,发现创新要素在空间的集聚和扩散已逐渐成为城市群网络形成及城市发展的主导力量。

随着互联网的快速发展,信息不受地域与时间限制的传播也使得创新要素的流动更加快速和频繁。城市不再仅仅是地理空间上的集聚体,而是流动中的动态空间集聚,其所接受和释放的经济、社会、知识、信息等流量的规模、速度不仅决定了城市的现在,也决定了城市的未来^[22]。

在互联网主导下的全球化社会,技术、资金和人才等创新要素通过在全球城市网络中的流动与集聚来影响城市功能,进而促进城市发展和提升城市能级。随着全球化的不断深入,具有较高城市能级的全球城市应具备三大城市功能体系,即流量枢纽功能、创新策源功能以及辐射引领功能^[23]。具体而言,需完善以下 6 种城市功能:资源配置、科技创新、人才集聚以及较高的专业服务能力、文化传播能力和城市治理能力(见图 2)。这 6 种城市功能既需要城市发展过程中的创新要素来驱动,也需要城市网络之间的创新要素流动来体现。要素集聚越充分,城市功能就越完善;要素流动越频繁,城市功能的影响就越深远。

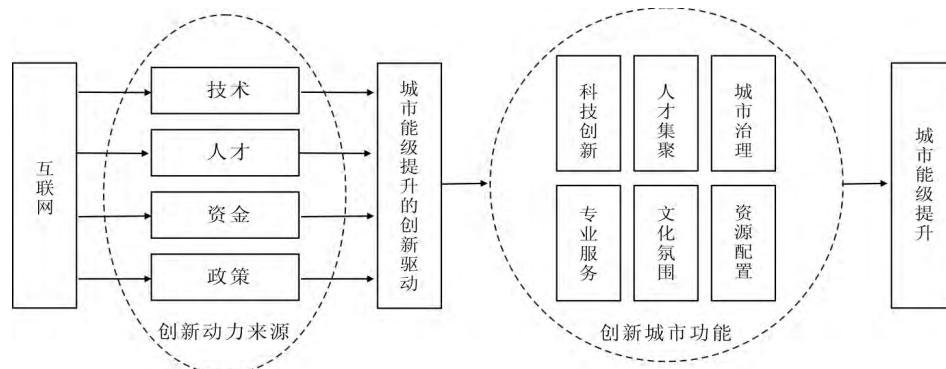


图 2 “互联网+”背景下的城市能级提升动力机制概念模型

2 城市能级提升的系统动力学模型

在城市能级提升动力机制概念模型的基础上,本文引入系统动力学的理论和方法,定量分析创新要素促进城市能级提升的内在机制。系统动力学在解决以高阶次、多重反馈循环和高度非线性为特点的城市发展政策决策问题中具有很大的优势^[24]。城市发展的系统动力学建模主要包括 5 个步骤:系统辨识、系统结构分析、模型建立、模型分析和模型应用^[25]。本文在系统辨识和系统结构分析的基础上,通过建立系统动力学中的因果关系模型和存量流量模型,分析系统中各组成元素之间的影响关系,研究城市能级提升的动力机制,为政策制定提供有力的理论依据。

因果关系研究是系统动力学定量分析的基础。在因果关系模型中,用箭头将两个具有因果关系的元素

连接起来表示一个因果链,箭头尾部的变量表示原因,箭头头部的变量表示结果,箭头旁的“+”表示原因对结果具有正向促进作用,“-”表示原因对结果具有负向抑制作用。“互联网+”背景下的城市发展系统因果关系模型如图 3 所示,其中,主要反馈关系如下:

B_1 : 互联网发展程度 \rightarrow + 信息化水平 \rightarrow + 信息服务能力 \rightarrow + 城市综合实力 \rightarrow + 城市能级

B_2 : 信息化水平 \rightarrow + 信息消费 \rightarrow + 互联网和信息产业产值 \rightarrow + 信息技术研发投入 \rightarrow + 技术创新能力 \rightarrow + 终端发展程度 \rightarrow + 信息化水平

B_3 : 城市综合实力 \rightarrow + 跨国公司总部数量 \rightarrow + 跨国投资 \rightarrow + 互联网和信息产业产值 \rightarrow + GDP \rightarrow + 城市综合实力

B_4 : 信息化水平 \rightarrow + 信息消费 \rightarrow + 互联网和信息产业产值 \rightarrow + 政府财政收入 \rightarrow + 人才补贴 \rightarrow + 人才

数量 → + 技术创新能力 → + 终端发展程度 → + 信息化 水平

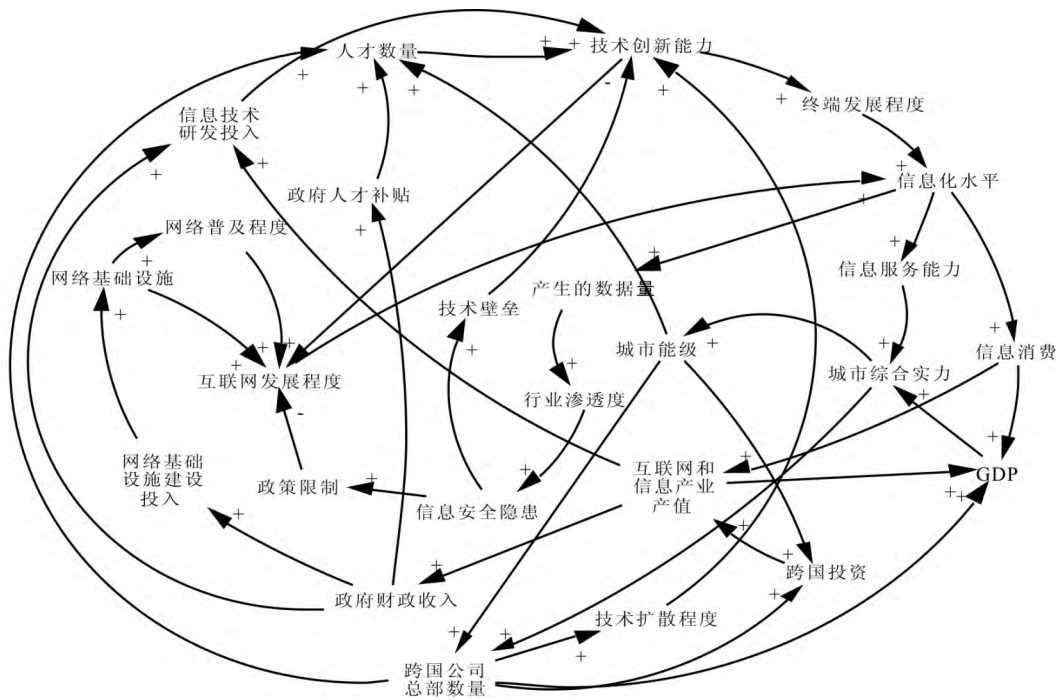


图3 “互联网+”背景下城市能级提升的系统因果关系模型

反馈关系 B_1 表明,随着互联网技术的突飞猛进,网络覆盖率和普及率的提高会不断促进城市信息化水平的提高,城市所能提供的信息服务也会越来越完善。作为衡量城市发展的重要指标,城市信息化发展促使城市综合实力不断提高,城市发展水平和对外影响力亦不断增强,城市能级得到提升。

反馈关系 B_2 表明,随着城市信息化水平不断提高,城市居民的信息消费水平也会提高,在消费的拉动下,互联网和信息产业产值也会增加。产业收入增加促使更多企业加大信息技术研发投入,从而提高技术创新能力。技术进步会促进信息技术装备发展,进而促进信息化水平提高。

反馈关系 B_3 表明,综合实力强的城市会吸引跨国公司总部或研发中心入驻,获得更多跨国投资,促进互联网和信息产业加快发展,提高产业产值并拉动地区GDP的增长。作为衡量城市的重要指标,GDP增长势必会提升城市综合实力。

反馈关系 B_4 表明,城市信息化水平的提高会促进城市居民的信息消费,从而带动互联网和信息产业发展并提高互联网和信息产业产值。信息产业产值增加会提高政府财政收入,使政府在吸引人才方面投入更多资金。人才的集聚效应会促进地区技术创新能力的提升,进而提高城市信息化指数。

在系统因果关系模型的基础上,选定描述问题的存量、流量和辅助变量,可以得到系统动力学存量流量模

型(见图4),存量流量模型一般由水平变量(存量)、速率变量(流量)、辅助变量、政策调控变量组成。水平变量是表示系统状态的量,是速率变量累积的结果,用矩形表示。速率变量描述的是引致水平变量变化的原因,可分为流入速率变量和流出速率变量,用阀门的符号表示。辅助变量是为了使逻辑关系更简洁清晰而设置的中间变量,政策调控变量是设置模型不同系数的变量。

本文选取互联网发展水平、金融资本、人才资源和城市能级作为水平变量;选取互联网技术指数、信息技术指数等作为辅助变量,模拟“互联网+”背景下技术、资金和人才等创新要素及互联网政策、人才政策、金融政策等政策因素与城市能级之间的动态关系,从而分析城市能级提升动力机制。

3 模型仿真与结果分析

用数学方程表示以上设计的系统动力学模型,并在 Vensim 仿真平台上进行分析,设置不同调控系数模拟不同情境,演示不同发展情况。仿真年限为 2010—2030 年,时间步长为 1 年,相关数据来源于上海市统计年鉴和上海市统计局资料。为了简化研究问题,本文提出如下假设:

H_1 : 在相对稳定的时期,国际范围内的人才总量保持恒定,且特定城市的人才流失率近似不变。

H_2 : 在相对稳定的时期,国际范围内的资本总量保持恒定,且特定城市的资金流失率近似不变。

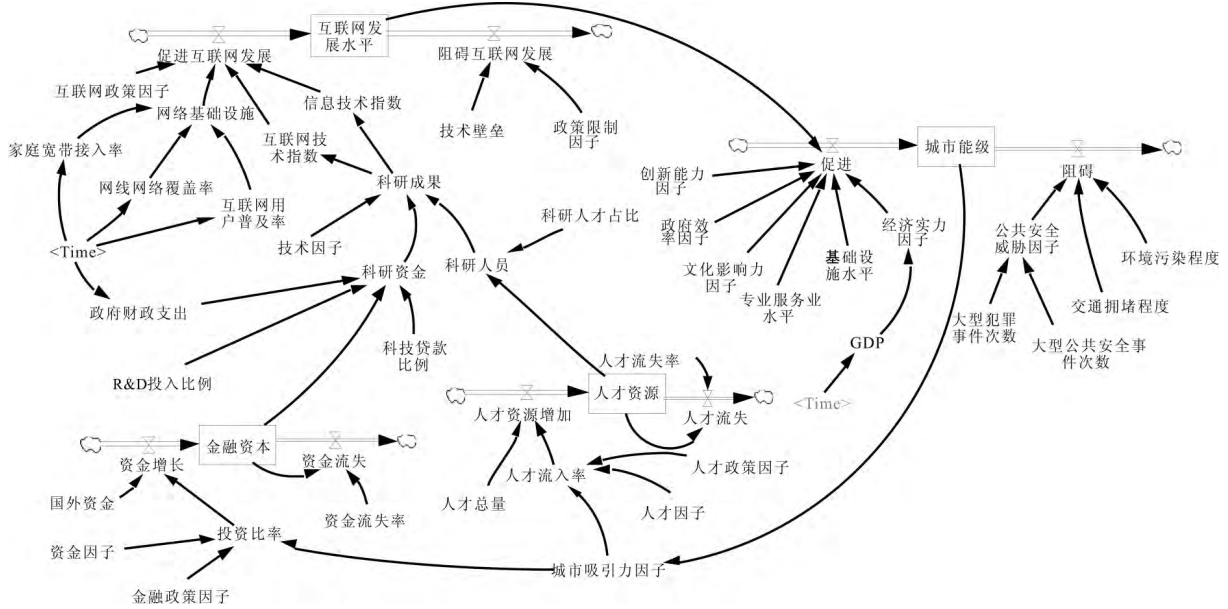


图 4 “互联网+”背景下城市能级提升的系统存量流量模型

为了分析互联网发展对城市能级的影响,本文首先模拟了技术变革对互联网的促进作用以及互联网演进式发展和变革式发展两种情况下的城市能级提升进程(见表 1)。

表 1 技术发展情况模拟场景

情境模拟	信息技术发展情况
another_scenario1	信息技术平稳发展
another_scenario2	信息技术变革发展

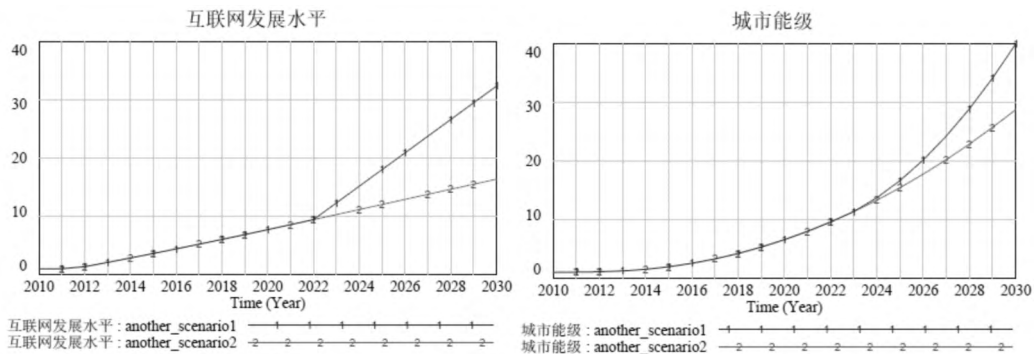


图 5 技术变革促进互联网发展和城市能级提升

由图 5 可知,信息技术和互联网的发展对促进城市能级提升具有重要作用,并且信息技术进步促使互联网发展,加速城市能级提升进程。

为研究“互联网+”背景下城市能级提升的动力机制,本文从技术、资金、人才等创新要素和政策因素两个方面对模型进行仿真,分别用 1 和 0.3 表示调控因子高低两个水平,并设计不同组合描述不同情境(见表 2),模拟互联网影响下城市能级提升的不同路径。

设置不同水平的技术因子、人才因子和资金因子,考察城市能级变化情况,结果如表 6 所示。scenario₁ 情境下的城市能级指数最高,表明较高水平的技术、资金和人才因子都对城市能级的提升具有促进作用。对比不同情境下的仿真曲线也可以发现,当技术水平高时,能级指数普遍较其它几种情况高,说明随着互联网和信息技术的不断发展,互联网和信息技术的运用已经渗透到各行各业,并作为一种新的动力促进行业甚至产业发展。对上海而言,在建设具有全球影响力的科

表 2 不同创新要素组合的模拟场景

情境模拟	技术因子	资金因子	人才因子
scenario ₁	1.0(高)	0.3(低)	0.3(低)
scenario ₂	1.0(高)	1.0(高)	0.3(低)
scenario ₃	1.0(高)	0.3(低)	1.0(高)
scenario ₄	1.0(高)	1.0(高)	1.0(高)
scenario ₅	0.3(低)	0.3(低)	0.3(低)
scenario ₆	0.3(低)	1.0(高)	0.3(低)
scenario ₇	0.3(低)	0.3(低)	1.0(高)
scenario ₈	0.3(低)	1.0(高)	1.0(高)

技创新中心过程中,互联网等现代科技不再仅仅作作为单纯的信息传播媒介,其已成为促进城市能级提升的重要引擎。此外,从仿真结果中还可以发现,人才因子对城市能级的提升作用大于资金因子。过去几十年,要素流动主要通过国际直接投资的形式实现,位于上海的跨国公司在促进要素流动,特别是资金流动方面发挥了极大作用,投资驱动是上海城市经济发展的重要方式。随着互联网的影响日渐增强,技术和人才的作用更加明显,城市的创新发展更多地依靠技术来推动,而技术的不断变革依靠的是各行各业的人才。

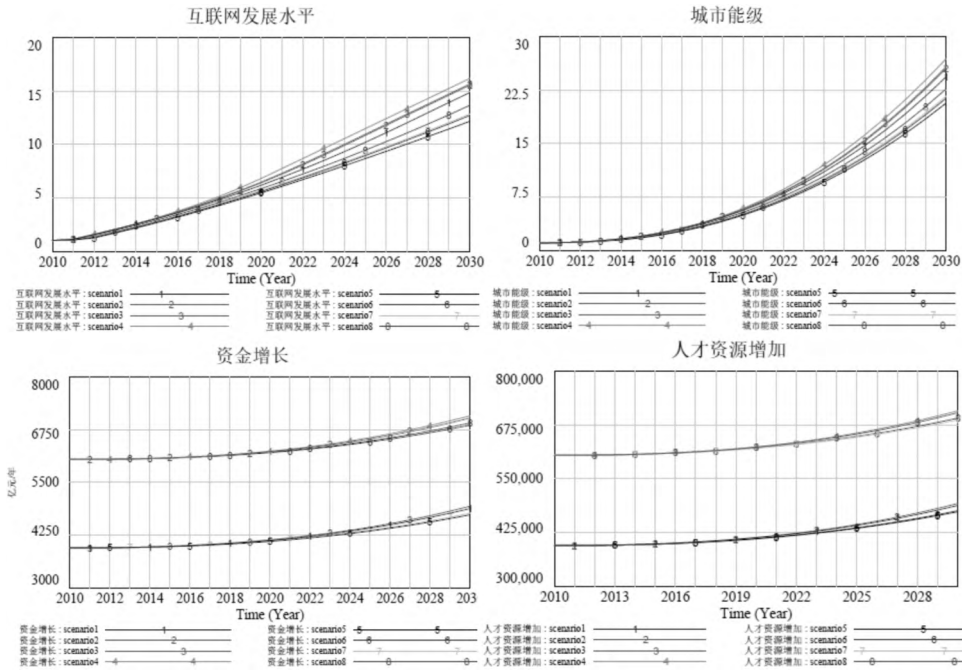


图 6 不同创新要素组合情境下的模型仿真结果

表 3 不同政策因子组合的模拟场景

情境模拟	互联网政策因子	金融政策因子	人才政策因子
p_scenario ₁	1.0(高)	0.3(低)	0.3(低)
p_scenario ₂	1.0(高)	1.0(高)	0.3(低)
p_scenario ₃	1.0(高)	0.3(低)	1.0(高)
p_scenario ₄	1.0(高)	1.0(高)	1.0(高)
p_scenario ₅	0.3(低)	0.3(低)	0.3(低)
p_scenario ₆	0.3(低)	1.0(高)	0.3(低)
p_scenario ₇	0.3(低)	0.3(低)	1.0(高)
p_scenario ₈	0.3(低)	1.0(高)	1.0(高)

政策因素对城市发展至关重要,如表 3 和图 7 所示,适宜的政策不仅可以促进互联网和人才体系、金融

体系的长足发展,而且能间接促进城市功能的完善和城市能级的提升。在仿真结果中,高水平的互联网政策因子往往对应较高的城市能级指数。这表明互联网已经成为上海城市发展过程中的一种重要基础性“资源”,互联网相关政策变动对城市发展会产生很大影响。此外,在城市发展过程中,人才政策的影响略大于金融政策。对上海而言,具有全球影响力的科技创新中心建设需要大量人才来驱动,而上海要实现亚洲乃至全球人才高地的战略目标,则必须制定完善的人才政策,吸引全球人才。

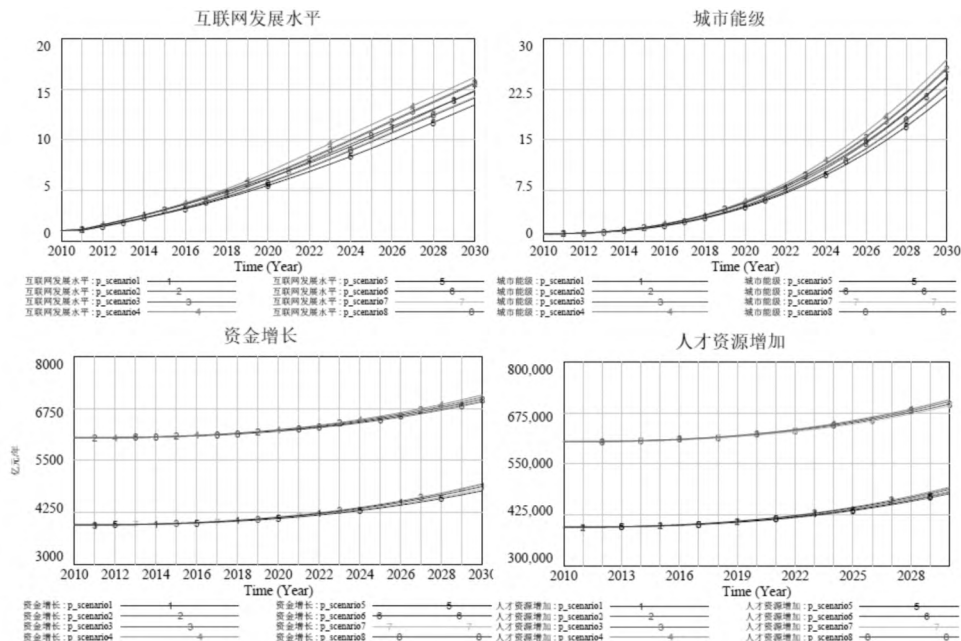


图 7 不同政策因子组合情境下的模型仿真结果

4 结语

本文基于系统动力学的理论与方法,构建了“互联网+”背景下城市能级提升的动态模型,分析了互联网主导下全球化社会中城市能级提升的动力机制。结果表明,互联网和信息技术革命的浪潮使城市发展模式发生了深刻变化,过去作为生产要素影响经济增长的技术、人才以及资金等如今作为创新要素借助互联网而影响城市发展的方方面面。创新要素在全球城市网络中的流动和集聚不仅增强了城市对外的影响力,还促进了资源配置、科技创新、人才集聚、专业服务、文化传播和城市治理等城市功能的完善,对城市能级的提升具有显著促进作用。除此之外,本文通过深入分析创新要素影响城市能级提升的内在机理,设计不同模拟情境,分析预测不同情境下技术、资金和人才以及政策因素对城市能级提升的影响程度。技术进步对城市能级提升的影响最为强烈,其次是人才因素,最后是资金因素;在政策因素方面,互联网政策对城市发展和城市能级提升的影响程度远大于人才政策和金融政策。

技术和人才是城市发展的关键要素,也是高价值资源。作为面向全球化发展的特大城市,上海在完善城市功能、提升城市能级的过程中,应坚持创新驱动发展的战略思路,以科技创新推动城市能级提升为突破口,以互联网和信息技术发展为基础支撑力,以技术和人才为城市发展的主要动力来源,形成与国际人才市场对接的人才流动机制,创造吸引高质量人才的城市环境和工作环境,提高技术创新能力和新技术应用能力,实现城市创新发展。

参考文献:

- [1] CASTELLS M. Network society [M]. Oxford: Blackwell, 1996.
- [2] TAYLOR P J. Specification of the world city network [J]. Geographical Analysis, 2001, 33(2): 181-194.
- [3] TAYLOR P J, CATALANO G, WALKER D R F. Exploratory analysis of the world city network [J]. Urban Studies, 2002, 39(13): 2377-2394.
- [4] TAYLOR P, DERUDDER B, HOYLER M, et al. City-dyad analyses of China's integration into the world city network [J]. Urban Studies, 2014, 51(5): 868-882.
- [5] DERUDDER WITLOX, CATALANO. Hierarchical tendencies and regional patterns in the world city network: a global urban analysis of 234 cities [J]. Regional Studies, 2003, 37(9): 875-886.
- [6] DERUDDER B, WITLOX F. An appraisal of the use of airline data in assessing the world city network: a research note on data [J]. Urban Studies, 2005, 42(13): 2371-2388.
- [7] ZHAO M, LIU X, DERUDDER B, et al. Mapping producer services networks in Mainland Chinese cities [J]. Urban Studies, 2015, 52(16): 3018-3034.
- [8] 刘江会,贾高清. 上海离全球城市有多远——基于城市网络联系能级的比较分析 [J]. 城市发展研究, 2014, 21(11): 30-38.
- [9] 姚永玲,董月,王韞涵. 北京和首尔全球城市网络联系能级及其动力因素比较 [J]. 经济地理, 2012, 32(8): 36-42.
- [10] HENNEMANN S, DERUDDER B. An alternative approach to the calculation and analysis of connectivity in the world city network [J]. Environment and Planning B: Planning and Design, 2014, 41(3): 392-412.
- [11] 孙志刚. 城市功能论 [M]. 北京: 经济管理出版社, 1998.
- [12] 韩玉刚, 焦化富, 李俊峰. 基于城市能级提升的安徽江淮城市群空间结构优化研究 [J]. 经济地理, 2010, 30(7): 1101-1106.
- [13] 方大春, 孙明月. 长江经济带核心城市影响力研究 [J]. 经济地理, 2015, 35(1): 76-81.
- [14] 周振华. 论城市能级水平与现代服务业 [J]. 社会科学, 2005(9): 11-18.
- [15] 苗东升. 系统科学精要 [M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2006.
- [16] 童纪新, 李菲. 创新型城市创新集聚效应比较研究——以上海、南京为例 [J]. 科技进步与对策, 2015, 32(19): 35-39.
- [17] 陈兵. 创新要素的生态化配置研究 [J]. 社会科学论坛: 学术研究卷, 2007(2): 18-21.
- [18] 杨贵省, 顾新. 区域创新体系间创新要素流动研究 [J]. 科技进步与对策, 2011, 28(23): 60-64.
- [19] 马飒. 生产要素国际流动: 规律, 动因与影响 [J]. 世界经济研究, 2014(1): 3-9.
- [20] 张幼文, 薛安伟, 张春玲. 要素流动对世界经济增长的影响机理 [J]. 世界经济研究, 2013(2): 3-8.
- [21] 许露元, 李红. 城市空间经济联系变化的网络特征及机理——以珠三角及北部湾地区为例 [J]. 城市问题, 2015(5): 20-26.
- [22] 王红霞. 要素流动, 空间集聚与城市互动发展的定量研究——以长三角地区为例 [J]. 上海经济研究, 2011(12): 45-55.
- [23] 上海社会科学院课题组, 屠启宇. 建设创新型全球城市 [J]. 科学发展, 2016(2): 12-19.
- [24] 王晓鸣, 汪洋, 李明, 等. 城市发展政策决策的系统动力学研究综述 [J]. 科技进步与对策, 2009, 26(22): 197-200.
- [25] 赵璟, 党兴华. 城市群空间结构演进与经济增长耦合关系系统动力学仿真 [J]. 系统管理学报, 2012, 21(4): 444-451.

(责任编辑:万贤贤)