

Doi:10.11835/j.issn.1008-5831.zs.2026.02.003

欢迎按以下格式引用:徐政,施雄天.投资于物和投资于人紧密结合水平测度与时空演化特征[J].重庆大学学报(社会科学版),2026(2):117-137. Doi:10.11835/j.issn.1008-5831.zs.2026.02.003.



Citation Format: Xu Zheng, Shi Xiongtian. Measurement and spatiotemporal evolution of the close integration level between investment in goods and investment in people [J]. Journal of Chongqing University (Social Science Edition), 2026 (2): 117-137. Doi: 10.11835/j.issn.1008-5831.zs.2026.02.003.

投资于物和投资于人紧密结合 水平测度与时空演化特征

徐政^{1,2}, 施雄天³

(1. 中共江苏省委党校 经济学教研部, 江苏 南京 210009; 2. 河北省重点高端智库“河北省公共政策评估研究中心”, 河北 秦皇岛 066044; 3. 云南大学 工商管理与旅游管理学院, 云南 昆明 650500)

摘要:步入“十五五”时期,我国社会主义现代化建设正处于爬坡过坎、攻坚克难的关键阶段。传统单纯依赖物质资本积累的粗放增长模式已难以支撑高质量发展需求,如何实现投资于物和投资于人紧密结合进而激发新质生产力并提升全要素生产率,成为亟须破解的核心命题。文章构建多层次指标体系,投资于物水平主要包括数智基础投资、生态环保投资、实体经济投资三个维度,投资于人水平主要包括教育育人投资、健康护人投资、就业用人投资、社保托人投资四个维度,采用熵权法进行测度,并利用耦合协调度模型测度投资于物和投资于人紧密结合水平。以2013—2023年我国284个地级市面板数据为样本,结合Dagum基尼系数、核密度估计、时空马尔科夫链和收敛性模型等,系统剖析投资于物和投资于人紧密结合水平的区域差异和时空演化特征。结果显示投资于物和投资于人紧密结合水平呈持续上升趋势,投资于人水平稳步递增成为主要驱动力,而投资于物水平后期增速放缓。区域差异主要来源于超变密度基尼系数,并通过泰尔指数分解进一步分析,发现省际间差异是紧密结合水平区域差异的主要原因。紧密结合水平在区域间具有显著的正向空间相关性,形成核心—外围结构,并展现出滞后效应。通过马尔科夫链分析,投资于物和投资于人紧密结合水平的状态路径具有较强的依赖性,低水平地区向高水平跃迁的概率逐步上升,而高水平地区则表现出较强的锁定效应。收敛性分析表明,虽然各区域投资于物和投资于人紧密结合水平呈现 σ 收敛特征,但未能完全同步收敛。空间 β 收敛性分析表明,投资于物和投资于人紧密结合水平同时存在绝对和条件 β 收敛,东部地区的收敛速度最快,中部地区最慢,在加入控制变量后,整体收敛速度有所减缓。基于此,文章提出加强区域协调、推动“人—物”协同发展机制、促进跨区域协同以及优化收敛路径等政策建议,以进一步提高投资于物和投资于人紧密结合水平。

基金项目:江苏省社会科学基金项目“新质生产力对江苏降碳减污扩绿增长协同发展的影响效应研究”(25EYC012)

作者简介:徐政,博士,中共江苏省委党校经济学教研部讲师,河北省重点高端智库“河北省公共政策评估研究中心”研究员;施雄天(通信作者),云南大学工商管理与旅游管理学院博士研究生,Email:1486745422@qq.com。

关键词:投资于物;投资于人;紧密结合;区域差异;时空演化

中图分类号:F124;F204 文献标志码:A 文章编号:1008-5831(2026)02-0117-21

引言

“十五五”时期是我国社会主义现代化建设的关键攻坚阶段,投资于物和投资于人紧密结合成为推动新质生产力发展和实现可持续、包容性增长的重要支撑。《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》(以下简称“十五五”规划)明确提出,坚持惠民生和促消费、投资于物和投资于人紧密结合,以新需求引领新供给,以新供给创造新需求,促进消费和投资、供给和需求良性互动^[1]。然而,政策实施和资源配置上相对更注重投资于物,而忽视人的全面发展。投资于物为经济提供技术支持和基础设施保障,而投资于人则通过提升劳动力素质和创新能力,为物质资本的效能释放注入活力。因此,科学测度投资于物和投资于人紧密结合水平,并厘清其时空演化特征,不仅是破解要素配置错位、提高全要素生产率的内在要求,更是落实“以人为本”发展理念、为“十五五”规划精准施策提供决策依据的迫切需要。

现有文献对投资于物和投资于人紧密结合的研究主要集中在:(1)基于人文经济学视角下投资于人的研究。人文经济学的引入使研究不再将人力资本视为单纯的生产要素,而是强调经济活动应以人的全面发展为最终目标^[2-4]。教育、健康、就业、社保等领域的投资通过提升个体的创新性和主体性,实现了经济价值与人文价值的有机统一。这一视角超越了传统的工具理性,强调从更宏观的社会发展层面审视人力资本的积累和作用。(2)关于投资于物和投资于人紧密结合的理论机制,内生增长理论和人力资本理论为这一议题提供了理论支持^[5-8]。随着技术进步的推进,高技术含量的物质资本对高素质人力资本的需求日益增强,两者的紧密结合有助于技术的扩散和产业升级,而若二者脱节,可能导致“低水平陷阱”的形成。(3)从不同视角研究投资于物和投资于人紧密结合。例如,从区域协调的视角看,投资于物和投资于人紧密结合是推动区域协调的关键新动能^[9];从系统观念的视角看,投资于物和投资于人紧密结合是破解当前发展不平衡不充分问题的关键路径,又是推动资本更好服务社会进步和人的全面发展的实践要求^[10];从新质生产力和人的全生命周期能力看,投资于物是引领新质生产力的核心物质载体,而投资于人通过持续、覆盖全民、贯穿生命周期的资源投入,为高质量发展夯实人力资本^[11]。

综上,现有文献侧重投资于物和投资于人紧密结合的理论层面探讨,缺乏对投资于物和投资于人紧密结合水平的量化研究,尤其是在区域差异与时空演化上的分析较为匮乏。因此,本文的边际贡献有:(1)在研究内容上,创新性地构建了涵盖数智基础投资、生态环保投资、实体经济投资等的投资于物指标体系,以及教育育人投资、健康护人投资、就业用人投资、社保托人投资等的投资于人水平指标体系,并系统性地计算了两者的紧密结合水平,为定量研究提供了新的视角;(2)在研究方法上,利用熵权法、耦合协调度模型、Dagum基尼系数、空间核密度估计及收敛性等模型分析投资于物和投资于人紧密结合水平的时序变化、区域差异及时空演化特征;(3)在研究贡献上,从理论上深化了投资于物和投资于人紧密结合的内涵,为我国“十五五”时期的投资结构优化与区域协调发展提供了可供参考的政策启示。

一、投资于物和投资于人紧密结合的内涵与特征

(一) 投资于物和投资于人紧密结合的内涵

投资于物是指将财政资金和社会资源重点倾斜到物质资本积累方向,为高质量发展提供可靠的物质条件和生产力载体。这一概念的核心在于通过数智化、绿色化和实体经济等领域的投入,推动物质要素的优化提升和可持续增长。具体而言,数智化投资聚焦数字化基础设施和智能基础应用,并以此驱动产业智能升级和数据要素价值释放^[12];绿色化投资强调低碳环保建设和减污降碳,为生态文明建设和“双碳”目标提供关键支撑^[13-14];实体经济投资则侧重扩大固定资产规模、完善产业载体,从而进一步稳固制造业和生产性服务业的根基^[15]。尽管投资于物初期往往能带来显著的增长拉动效应,但随着时间的推移,其边际回报会逐步递减,即相同规模的追加投入对生产力的增量贡献越来越有限^[16]。因此,仅仅依赖物质投资已无法满足经济长远发展的内在需求。

投资于人主要把资源导向人的全面发展,涵盖教育、健康、就业和社会保障等方面。其本质是通过持续而有针对性的投入,激发人的潜能并促进其全面发展。教育投资提升人的知识储备、技能水平与创新能力^[17-18];健康投入保障人的身体素质和生产的可持续性^[18];就业投资促进人的职业路径拓展和个人价值实现^[19];社会保障投资为基本民生筑起安全网^[20]。这种投资模式以人为本,强调将人口质量优势转化为实际红利,从而提升经济的内在活力和社会整体韧性。与投资于物不同,人力资本投资往往呈现出边际回报递增特征,意味着投入越多,往往能带来更持久、更显著的经济和社会效益^[21]。尤其在推动技术创新、提升劳动效率和完善社会服务体系等方面,人力资本的持续积累能够不断驱动生产力实现质的飞跃。

投资于物和投资于人紧密结合的内涵,根植于马克思主义政治经济学中的生产力理论。马克思指出,生产力是劳动者、劳动资料和劳动对象的有机整体,其中劳动者是活跃的、决定性的因素,劳动资料和劳动对象是必要条件,二者缺一不可^[22]。只有实现人与物的紧密结合,才能最大化解放和发展生产力。这一结合实际上反映了生产关系必须与生产力水平相适应的基本规律。它有助于规避两种极端倾向:一是过度强调物质投入而忽视人的作用,导致资源利用效率下滑;二是只重人力资源开发却忽略物质基础,造成发展后劲不足。只有两者平衡,才能有效扩大社会再生产规模,并为人的自由而全面发展创造条件。从投资于人和投资于物的互动视角看,二者并非简单并列,而是形成一种相互支撑、彼此推动的动态关系。投资于物为人力资本提供了基础和平台;而投资于人通过提升人的素质与创新能力,为物质资本的高效应用和持续迭代提供了内在动力。二者紧密结合,最终产生显著的乘数效应:投资于物为人的发展创造条件,投资于人为物质投资注入效率与创新,二者共同放大投资的乘数效应,还能持续驱动生产力实现质的提升,并支撑经济社会的长期平稳健康发展。

(二) 投资于物和投资于人紧密结合的特征

投资于物和投资于人紧密结合并非简单的并列投入,而是形成了相互依存、相互促进的有机整体,其特征为:(1)系统性。投资于物和投资于人构成经济发展系统中不可分割的有机整体。二者并非孤立存在,而是通过相互依存于紧密结合共同提升社会生产力。(2)协同性。投资于物和投资于人的协同效应是二者结合的核心动力。投资于物通过教育、科研、医疗等设施为人力资本发展奠定基础,提升劳动者技能与创造力;高素质人力资本则通过知识创新、管理优化和技术应用,放大投

资于物的效能。(3)动态平衡性。二者结合体现出动态平衡特征。短期内,投资于物可快速拉动经济增长与产能扩张,但受边际收益递减制约,追加投入的回报渐趋下降。投资于人则见效较慢,却具有边际收益递增的特性,能提供持久创新动力。(4)乘数效应。投资于物和投资于人紧密结合能产生显著乘数效应。高素质劳动者在优越的物质资本环境中能大幅提升生产效率;在企业层面,员工培训直接提高生产力;在区域层面,人才集聚与技术突破促进产业集群升级;在国家层面,系统性人力资源开发提升全要素生产率,实现经济增长与民生改善的良性循环。这种乘数效应为经济长期可持续增长注入强大动力。

二、投资于物和投资于人紧密结合水平指标体系构建与研究方法

(一)投资于物和投资于人紧密结合水平的指标体系构建

投资于物和投资于人紧密结合的维度构成,体现了现代经济发展的多维需求,并确保物质资本与人力资本的有效协同与互动。投资于人的维度构成侧重于提升劳动者的知识、技能、健康水平及社会适应能力,以促进长期可持续发展。教育育人投资和文化资本投资关注知识与创新能力的提升,为经济社会发展提供智力支撑;健康护人投资通过医疗资源提升劳动力素质,确保人力资本的有效利用;就业用人投资优化劳动力市场配置,激发劳动者的潜力;社保托人投资提供社会保障,为人力资本的提升创造稳定的社会环境。通过这四个维度的投资,能够全面提升人力资本素质,从而为经济转型和长期增长奠定坚实基础。总之,投资于人的维度构成能够增强劳动力的质量和创新能力,是推动社会全面发展的重要动力。

对于投资于物,其维度包括数智基础投资、生态环保投资和实体经济投资。这些维度从不同角度提升物质资本的质量和效能,推动数字化和智能化进程,保障经济发展与环境保护相协调,并增强实体经济基础的支撑力。通过这三个维度的投入,能够有效推动技术进步、绿色发展和产业升级,为经济增长提供坚实的物质基础。因此,投资于物的维度构成为实现经济高质量发展和可持续增长提供了强有力的支撑。

为科学衡量两者紧密结合的发展水平,本文构建如下指标体系。

投资于人的指标体系关注人力资本的提升与民生改善,具体包括教育育人投资、健康护人投资、就业用人投资和社保托人投资四个维度。教育育人投资包括教育财政投入、文化资本投入和教育服务供给,致力于提升教育水平和创新能力;健康护人投资则聚焦医疗财政投入和医疗设施供给,保障人民健康;就业用人投资包括就业服务投入和市场就业资源投入,促进劳动力市场的优化;社保托人投资包括社保财政投入和社保资源投入,通过社会保障支出、参保覆盖率等衡量社会保障体系的健全性。

投资于物的指标体系主要集中在提升物质资本的质量与效能,涵盖了数智基础投资、生态环保投资和实体经济投资三个维度。数智基础投资包括数字基础设施投入和智能基础投入,旨在推动信息基础设施和数智化技术的应用;生态环保投资则聚焦绿色技术创新和减污降碳,推动低碳技术应用和生态环境保护;实体经济投资包括产业规模投入、实体资源投入和外部投资吸引,夯实制造业与服务业基础,支持经济的长期可持续发展。

投资于物和投资于人水平,分别采用熵权法计算得出,并利用耦合协调度模型计算出投资于物和投资于人紧密结合水平,各指标具体见表1。

表1 投资于物和投资于人紧密结合发展水平指标体系

子系统	一级指标(维度)	二级指标	三级指标	单位	方向	
投资于人	教育育人投资	教育财政投入	财政教育支出占一般公共预算支出比重	%	+	
			每万人公共财政教育支出	万元/万人	+	
		文化资本投入	每万人公共图书馆藏书量	千册/万人	+	
			每万人文化场馆数	个/万人	+	
		教育服务供给	每万人专职教师数(包含小学、中学、高等学校及中等职业教育学校专任教师)	人/万人	+	
			每万人拥有普通高等学校数	个/万人	+	
			平均受教育年限	年	+	
		健康护人投资	医疗财政投入	财政卫生健康支出占一般公共预算支出比重	%	+
				每万人医疗卫生支出	万元/万人	+
	医疗设施供给		每万人医院及卫生院床位数	张/万人	+	
			每万人执业(助理)医师数	个/万人	+	
	就业用人投资	就业服务投入	城镇新增就业人数	万人	+	
			每万人第三产业从业人数	万人/万人	+	
		市场就业资源投入	每万人城镇私营和个体从业人数	人/万人	+	
	社保托人投资	社保财政投入	财政社会保障和就业支出占一般公共预算支出比重	%	+	
			人均社会保障支出	元/人	+	
		社保资源投入	城镇职工基本养老保险参保人数	人	+	
			职工基本医疗保险参保人数	人	+	
	投资于物	数智基础投资	数字基础设施投入	互联网宽带接入用户数	户	+
				移动电话年末用户数	万户	+
电信业务收入				万元	+	
智能基础投入			数字技术创新(数字经济相关专利)	件	+	
			高新技术企业数(国家级)	个	+	
			研究与试验发展(R&D)内部经费支出	万元	+	
生态环保投资		绿色技术创新	绿色发明专利占比(绿色发明专利占发明专利总量的比例)	%	+	
			减污降碳	污水集中处理率	%	+
		生活垃圾无害化处理率		%	+	
		工业固废利用率		%	+	
实体经济投资		产业规模投入	全社会固定资产投资总额	万元	+	
			固定资产投资完成额增长率	%	+	
		实体资源投入	规模以上工业企业数	个	+	
			规模以上工业企业固定资产合计	万元	+	
		外部投资吸引	实际利用外资额	万美元	+	
			外商投资企业工业总产值	万元	+	

(二)研究方法

1. 熵权法

熵权法是一种基于信息熵的客观赋权方法,用于确定各指标的重要性。其基本原理是通过计算各指标在样本中的离散程度衡量信息量,指标离散程度越大,其提供的信息越多,权重也越高^[23]。具体步骤如下:

第一,数据标准化处理。为消除不同指标的量纲和正负向差异,对原始数据进行标准化处理,公式为:

对于正向指标处理为:

$$y_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_{1 \leq i \leq m} \{x_{ij}\}}{\max_{1 \leq i \leq m} \{x_{ij}\} - \min_{1 \leq i \leq m} \{x_{ij}\}} \quad (1)$$

对于负向指标处理为:

$$y_{ij} = \frac{\max_{1 \leq i \leq m} \{x_{ij}\} - x_{ij}}{\max_{1 \leq i \leq m} \{x_{ij}\} - \min_{1 \leq i \leq m} \{x_{ij}\}} \quad (2)$$

第二,计算指标比重和信息熵。其中,各第 j 项指标下第 i 个样本值的比重,公式为:

$$p_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^m y_{ij}} \quad (3)$$

第 j 项指标的信息熵,公式为:

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln(p_{ij}) \quad (4)$$

第三,计算差异系数。第 j 项指标的差异系数为:

$$g_j = 1 - e_j \quad (5)$$

其中,差异系数 g_j 越大,表明该指标的信息量越大,对综合评价的作用越大。

第四,确定指标权重。第 j 项指标的熵权为:

$$w_j = \frac{g_j}{\sum_{j=1}^n g_j} \quad (6)$$

最终,得到权重向量 $W = (w_1, w_2, \dots, w_n)$,且 $\sum_{j=1}^n w_j = 1$ 。

2. 耦合协调度模型

为测度投资于物(U_1)和投资于人(U_2)水平两个子系统间的互动强度与协同状态,本文采用耦合协调度模型测度投资于物和投资于人紧密结合水平,具体公式为:

$$C = \frac{2\sqrt{U_1 \cdot U_2}}{U_1 + U_2} \quad (7)$$

$$T = \alpha U_1 + \beta U_2 \quad (8)$$

$$D = \sqrt{C \cdot T} \quad (9)$$

其中, C 表示耦合度; T 表示综合发展指数,视投资于物(U_1)和投资于人(U_2)水平二者同等重要,所以 $\alpha = \beta = 0.5$; D 表示耦合协调度,取值 $[0, 1]$,值越大表示紧密结合水平越高。

3. Dagum 基尼系数

Dagum 基尼系数能够有效分解区域差异的来源,从而清晰揭示投资于物和投资于人紧密结合水平的区域不均衡特征^[24-25]。它通过分解为组内基尼系数、组间基尼系数和超变密度基尼系数,帮

助分析区域间差异的来源。具体公式为:

$$\left\{ \begin{aligned}
 G &= \frac{\sum_{i=1}^k \sum_{m=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} \sum_{r=1}^{n_m} |y_{ij} - y_{mr}|}{2n^2\mu} \\
 G_{ii} &= \frac{\sum_{j=1}^{n_i} \sum_{r=1}^{n_i} |y_{ij} - y_{ir}|}{2n_i^2\mu_i} \\
 G_{im} &= \frac{\sum_{j=1}^{n_i} \sum_{r=1}^{n_m} |y_{ij} - y_{mr}|}{n_i n_m (\mu_i + \mu_m)}, \mu_m \leq \dots \leq \mu_i \leq \dots \leq \mu_k \\
 G &= G_w + G_{nb} + G_l, G_{gb} = G_{nb} + G_l, G_w = \sum_{i=1}^k G_{ii} p_i s_i \\
 G_{nb} &= \sum_{i=2}^k \sum_{m=1}^{i-1} G_{im} (p_i s_m + p_m s_i) D_{im} \\
 G_l &= \sum_{i=2}^k \sum_{m=1}^{i-1} G_{im} (p_i s_m + p_m s_i) (1 - D_{im}) \\
 D_{im} &= \frac{d_{im} - p_{im}}{d_{im} + p_{im}}
 \end{aligned} \right. \quad (10)$$

其中, G 表示投资于物和投资于人紧密结合水平的总体基尼系数, y_{ij} 表示第 i 个区域 j 城市的投资于物和投资于人紧密结合水平, k 为区域个数, n 为城市个数, μ 为各个区域投资于物和投资于人紧密结合水平的均值, G_{ii} 为第 i 个区域基尼系数, G_{im} 为第 i 和 m 个区域间基尼系数, D_{im} 为第 i 个和 m 个区域间投资于物和投资于人紧密结合水平的相对影响, d_{im} 为区域间投资于物和投资于人紧密结合水平的差值, p_{im} 为第 i 个和 m 个区域中 $y_{mr} - y_{ij} > 0$ 样本值加总的数学期望。

4. 核密度估计

本文利用核密度估计的方法,对投资于物和投资于人紧密结合水平的动态变化进行分析,传统核密度估计的公式为:

$$\begin{aligned}
 f(x) &= \frac{1}{Nh} \sum_{i=1}^N \left(\frac{X_i - x}{h} \right) \\
 K(x) &= \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right)
 \end{aligned} \quad (11)$$

其中: $f(x)$ 表示随机变量 X 的核密度函数; $K(x)$ 为核函数; X_i 为独立分布的观测值; h 表示带宽; N 为观测值个数。

传统核密度估计未考虑空间因素,而引入空间核密度估计能够有效分析区域间紧密结合水平的空间依赖性^[26]。无条件核密度估计用于分析从第 t 年至第 $t+3$ 年间紧密结合水平的分布动态;空间静态核密度估计聚焦城市内部的相互影响;空间动态核密度估计则研究其他城市的紧密结合水平如何影响本城市的未来发展。该方法结合时间和空间变量,通过概率密度展示时空分布特征,其公式为:

$$\begin{aligned}
 f(x, y) &= \frac{1}{Nh_x h_y} \sum_{i=1}^N K_x\left(\frac{X_i - x}{h_x}\right) K_y\left(\frac{Y_i - y}{h_y}\right) \\
 g(y|x) &= \frac{f(x, y)}{f(x)}
 \end{aligned} \quad (12)$$

其中, $f(x, y)$ 表示 x 和 y 的联合核密度函数, $g(y|x)$ 表示 x 在 y 条件下的动态分布。

5. 时空马尔科夫链

采用传统马尔科夫链方法,可以揭示我国投资于物和投资于人紧密结合水平在不同时间段的演化特征。利用四分位数法将投资于物和投资于人紧密结合水平划分为四个类型,构建4×4的状态转移矩阵,以描述各时期内不同类型投资于物和投资于人紧密结合水平的转移情况,其公式为:

$$p_{ij} = n_{ij}/n_i \quad (13)$$

其中: p_{ij} 表示投资于物和投资于人紧密结合水平从第 t 时期的类型 i 转移到第 $t+3$ 时期类型 j 的概率; n_{ij} 表示投资于物和投资于人紧密结合水平从第 t 时期的类型 i 转移到第 $t+3$ 时期类型 j 的次数; n_i 表示在样本期间内类型 i 发生的总次数。

传统马尔科夫链转移概率矩阵表示为:

$$P = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & P_{14} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & P_{24} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} & P_{34} \\ P_{41} & P_{42} & P_{43} & P_{44} \end{bmatrix} \quad (14)$$

采用空间马尔科夫链方法,可以分析我国投资于物和投资于人紧密结合水平的空间演变特征。考虑到投资于物和投资于人紧密结合水平可能存在空间溢出效应,通过相邻区域的投资于物和投资于人紧密结合水平对其滞后等级进行划分,空间马尔科夫链转移概率矩阵表示为:

$$P_{ij,s} = \begin{bmatrix} P_{11,s} & P_{12,s} & P_{13,s} & P_{14,s} \\ P_{21,s} & P_{22,s} & P_{23,s} & P_{24,s} \\ P_{31,s} & P_{32,s} & P_{33,s} & P_{34,s} \\ P_{41,s} & P_{42,s} & P_{43,s} & P_{44,s} \end{bmatrix} \quad (15)$$

其中, $P_{ij,s}$ 表示投资于物和投资于人紧密结合水平从第 t 时期类型 i 转移到第 $t+3$ 时期类型 j 的概率,条件是其空间滞后类型为 s 。 $s \in \{I, II, III, IV\}$, I至IV分别代表低水平、中低水平、中高水平、高水平。

6. 收敛性模型

本文采用 σ 收敛和空间 β 收敛考察我国不同区域投资于物和投资于人紧密结合水平的演变趋势。 σ 收敛性反映了随着时间推移,各区域投资于物和投资于人紧密结合水平的差异逐渐缩小,本文通过变异系数对其进行检验,以分析区域间紧密结合水平的收敛趋势。

基于空间邻接矩阵(0—1矩阵),引入SDM模型(空间杜宾模型)进行空间 β 收敛性分析,绝对 β 收敛性公式为:

$$\ln\left(\frac{Y_{i,t}}{Y_{i,t-1}}\right) = \alpha + \beta \ln Y_{i,t-1} + \rho \sum_{j \neq i}^n W_{i,j} \ln\left(\frac{Y_{i,t}}{Y_{i,t-1}}\right) + \theta \sum_{j \neq i}^n W_{i,j} \ln Y_{i,t-1} + \varphi_i + \pi_t + \mu_{it} \quad (16)$$

其中, $Y_{i,t}/Y_{i,t-1}$ 表示 i 区域第 t 年投资于物和投资于人紧密结合水平增长率, $Y_{i,t}$ 表示上一期投资于物和投资于人紧密结合水平, $\sum_{j \neq i}^n W_{i,j} \ln\left(\frac{Y_{i,t}}{Y_{i,t-1}}\right)$ 表示空间加权后的投资于物和投资于人紧密结合水平增长率,收敛速度为 $\theta = -\ln|1+\beta|/t$,半程收敛周期为 $\ln 2 / \theta$ 。若 β 为负且显著,表明紧密结合水平存在收敛性,反之则发散。公式中还包含了时间与空间固定效应, μ_{it} 表示随机干扰。

条件 β 收敛公式表示为:

$$\ln\left(\frac{Y_{i,t}}{Y_{i,t-1}}\right) = \alpha + \beta \ln Y_{i,t-1} + \rho \sum_{j \neq i}^n W_{i,j} \ln\left(\frac{Y_{i,t}}{Y_{i,t-1}}\right) + \theta \sum_{j \neq i}^n W_{i,j} \ln Y_{i,t-1} + \gamma \ln x_{it} + \psi \sum_{j \neq i}^n W_{i,j} \ln x_{jt} + \varphi_i + \pi_i + \mu_{it} \quad (17)$$

其中, x_{it} 表示控制变量。参考相关文献^[27-30], 本文的控制变量选取城镇化率(城镇人口所占比率)、政府干预程度(地方政府一般公共预算支出占GDP比重)、经济密度(GDP与行政区域土地面积比值)、金融发展水平(年末金融机构存贷款余额占GDP比重)和产业结构升级(第三产业增加值占第二产业增加值比重)。

(三) 数据来源

本文选取2013—2023年我国284个地级市的面板数据(由于西藏、港澳台数据缺失,故不纳入统计范围),数据主要来源于EPS数据库、CSMAR数据库、《中国城市统计年鉴》《中国统计年鉴》《中国高技术产业统计年鉴》及《中国科技统计年鉴》等。对于较少缺失的数据,采用插值法进行补充。

三、投资于物和投资于人紧密结合水平测度结果分析

(一) 投资于物和投资于人紧密结合水平测度

从图1的变化趋势看,投资于物和投资于人水平演变呈现出明显差异。投资于物水平总体呈上升趋势,但自2020年后出现轻微递减态势,反映出投资于物水平虽在前期保持增长,但近期增速有所放缓。投资于人水平总体保持稳步递增态势,表明我国人力资本投入持续强化,尤其在教育、医疗和社会保障等领域投入力度逐年加大,充分体现了国家对人力资本质量提升的战略重视。在此基础上,利用耦合协调度模型对投资于物和投资于人紧密结合水平进行测度。投资于物和投资于人紧密结合水平呈现持续递增趋势,说明随着两者投入的逐步积累,二者的协同效应正逐步放大。

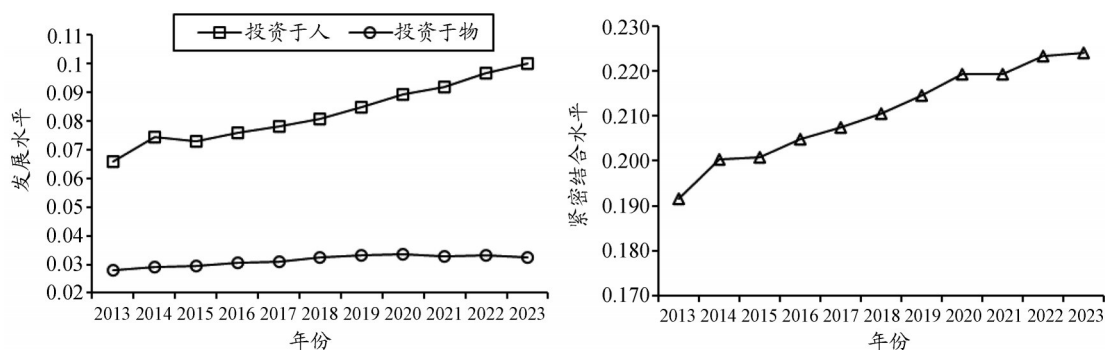


图1 投资于物和投资于人紧密结合水平变化趋势

从图2的投资于物和投资于人水平各维度变化趋势看,二者内部的构成维度演变特征呈现出明显的差异。在投资于人水平的各维度中,教育育人投资和社保托人投资呈现出较为突出的稳步上升趋势。从初期较低水平到后期逐步攀升,表明我国在教育体系和社会保障体系建设方面的投入持续增加,成为人力资本积累的重要支撑力量。而社保托人投资的上升则反映了社会保障体系的完善,增强了民众的社会安全感和公平感。健康护人投资总体保持向上趋势,但伴随一定波动,表明医疗卫生领域的投入存在阶段性的调整和优化。相比之下,就业用人投资基本维持在较低水平,几乎没有显著增长,显示出该领域的投入强度相对较弱,意味着在就业服务和保障方面仍有较大的提升空间。

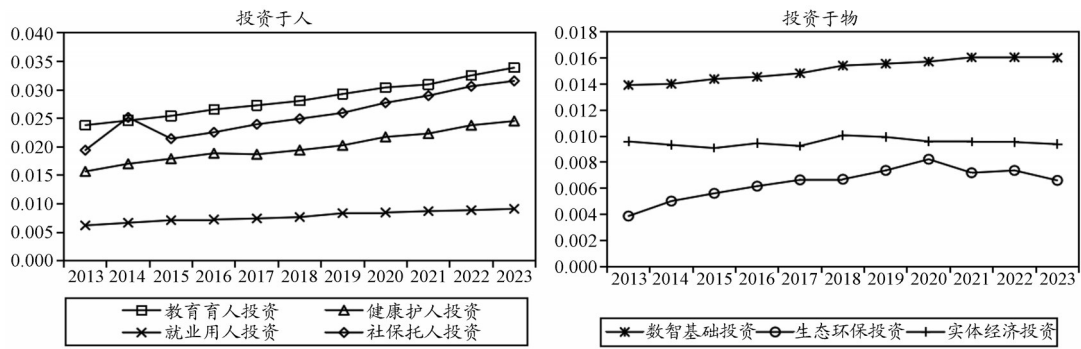


图2 投资于物和投资于人各维度变化趋势

在投资于物水平的各维度中,整体增长动能较弱。数智基础投资呈现出稳步略有上升的趋势,反映出新型数字基础设施建设持续推进但增速较为平缓。生态环保投资从较低水平逐步上升至2020年达到峰值后略有回落,反映出生态环保领域投入存在阶段性调整。实体经济投资则基本保持低位稳定,未能呈现出明显的增长动力,表明在促进实体经济发展方面的投入相对滞后。

各区域投资于物和投资于人紧密结合水平见表2。我国东、中、西、东北四大区域的投资于物、投资于人和紧密结合水平均呈现不同程度的上升或波动上升趋势,东部地区整体领先,中西部及东北地区呈现追赶态势。东部地区投资于人水平稳步提升,增幅最大,投资于物水平虽平稳但基础较好,紧密结合水平始终位居首位并持续提升,反映出该地区人力资本与物质资本深度融合、协同效应最强,已形成成熟的相互促进格局。中部地区投资于物水平增幅有限且整体偏低,投资于人虽稳定上升但起点较低,导致紧密结合水平长期处于较低位置,显示物质资本积累相对薄弱制约了整体协调发展。西部地区投资于人水平增幅明显,投资于物水平后期趋稳,紧密结合水平均显著上升,位居第二;东北地区投资于人水平稳步提升,投资于物水平增长有限,紧密结合水平虽有所提升但总体落后于东部和西部。总体来看,各区域紧密结合水平呈现东部领先、中西部及东北追赶的发展态势,反映了区域间人力资本与物质资本协同发展的差异性。

表2 各区域投资于物和投资于人及其紧密结合水平

区域	系统	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
东部	投资于人	0.077	0.090	0.085	0.090	0.094	0.097	0.102	0.107	0.111	0.117	0.119
	投资于物	0.031	0.032	0.033	0.030	0.028	0.031	0.035	0.036	0.043	0.038	0.037
	紧密结合水平	0.203	0.212	0.216	0.213	0.215	0.220	0.229	0.235	0.243	0.243	0.242
中部	投资于人	0.057	0.063	0.063	0.065	0.067	0.069	0.072	0.076	0.078	0.082	0.085
	投资于物	0.024	0.025	0.021	0.022	0.029	0.027	0.028	0.032	0.028	0.031	0.029
	紧密结合水平	0.178	0.187	0.183	0.187	0.195	0.195	0.198	0.207	0.204	0.210	0.210
西部	投资于人	0.061	0.069	0.068	0.072	0.073	0.076	0.080	0.085	0.088	0.093	0.097
	投资于物	0.029	0.031	0.035	0.038	0.038	0.042	0.039	0.036	0.031	0.031	0.032
	紧密结合水平	0.191	0.200	0.204	0.212	0.215	0.219	0.219	0.219	0.216	0.218	0.224
东北部	投资于人	0.070	0.075	0.075	0.076	0.077	0.080	0.082	0.084	0.085	0.089	0.092
	投资于物	0.027	0.026	0.026	0.033	0.025	0.026	0.027	0.027	0.024	0.033	0.031
	紧密结合水平	0.194	0.200	0.197	0.209	0.200	0.202	0.204	0.209	0.205	0.218	0.214

样本期内,我国各省份在投资于物和投资于人紧密结合水平方面表现出显著差异(见表3)。北京市紧密结合水平始终保持全国首位。上海市紧随其后,至2023年达到0.420,增幅显著,充分体

现了创新型城市在人力资本与物质资本协同发展方面的领先优势。重庆市紧密结合水平由0.365至0.334,保持相对稳定,总体排名靠前,说明政策支持和人才引进在促进地方人力资本与物质资本协同发展中发挥了积极作用。新疆的紧密结合水平从0.192升至0.248,这表明在国家政策倾斜和人才引进的双重推动下,当地的人力资本积累加速,逐步带动物质资本协同发展,显著提升了紧密结合水平。总体来看,各省份在投资于物和投资于人紧密结合水平上差异显著,核心城市和政策重点扶持区域的紧密结合水平明显较高,而部分地区仍处于相对低位,需要通过加强人力资本与物质资本的协同投入,提升区域整体的紧密结合水平。

表3 各省份投资于物和投资于人紧密结合水平

省份	2013	排名	2016	排名	2019	排名	2023	排名
北京	0.534	1	0.429	1	0.456	1	0.517	1
天津	0.257	4	0.263	5	0.273	4	0.287	4
河北	0.187	20	0.203	18	0.206	21	0.211	23
山西	0.169	29	0.188	26	0.179	30	0.198	29
内蒙古	0.214	5	0.192	24	0.202	24	0.242	9
辽宁	0.196	15	0.229	7	0.218	15	0.201	28
吉林	0.179	25	0.186	27	0.181	29	0.226	17
黑龙江	0.203	8	0.200	21	0.202	23	0.222	18
上海	0.313	3	0.354	2	0.451	2	0.420	2
江苏	0.196	16	0.204	17	0.211	16	0.239	10
浙江	0.209	7	0.220	9	0.234	8	0.266	6
安徽	0.175	26	0.177	30	0.188	28	0.208	26
福建	0.199	11	0.213	10	0.211	17	0.231	15
江西	0.197	12	0.193	23	0.198	26	0.208	25
山东	0.193	17	0.200	20	0.227	12	0.237	12
河南	0.172	27	0.181	29	0.199	25	0.216	21
湖北	0.197	13	0.206	15	0.233	11	0.232	14
湖南	0.165	30	0.183	28	0.192	27	0.196	30
广东	0.201	10	0.210	11	0.235	6	0.227	16
广西	0.171	28	0.207	13	0.209	18	0.217	20
海南	0.202	9	0.228	8	0.233	10	0.286	5
重庆	0.365	2	0.300	3	0.311	3	0.334	3
四川	0.179	24	0.208	12	0.226	13	0.208	27
贵州	0.197	14	0.196	22	0.218	14	0.239	11
云南	0.183	21	0.205	16	0.235	7	0.222	19
陕西	0.187	19	0.203	19	0.208	19	0.214	22
甘肃	0.212	6	0.238	6	0.233	9	0.235	13
青海	0.182	22	0.191	25	0.257	5	0.253	7
宁夏	0.181	23	0.207	14	0.205	22	0.211	24
新疆	0.192	18	0.289	4	0.208	20	0.248	8

在样本期内,我国排名靠前的城市在投资于物和投资于人紧密结合水平方面表现出显著差异,见表4。北京市、深圳市和上海市的紧密结合水平始终位居前列,均值分别达到0.474、0.421和0.378,展现了这三座城市在人力资本与物质资本深度融合方面的显著领先优势。成都市、重庆市、

武汉市、广州市、苏州市和南京市等城市紧密结合水平主要分布在0.300~0.340区间,整体呈现波动上升趋势,表明这些城市在推动人力资本与物质资本协同发展中已形成较为有效的互动机制。在这些重点城市中,天津市、兰州市、郑州市等城市的紧密结合水平处于第二梯队,均值保持在0.26以上,且呈现稳定增长态势。部分城市如武汉市、厦门市、南京市等在样本后期表现出较强的追赶势头,紧密结合水平提升明显。总体来看,重点城市间投资于物与投资于人紧密结合水平存在清晰的层级差异,核心城市优势突出,其他重点城市也展现出良好的发展潜力和提升空间。

表4 部分城市投资于物和投资于人紧密结合水平变化趋势

城市	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	均值
北京市	0.534	0.517	0.433	0.429	0.417	0.442	0.456	0.488	0.481	0.496	0.517	0.474
深圳市	0.376	0.340	0.343	0.383	0.394	0.401	0.432	0.432	0.527	0.511	0.494	0.421
上海市	0.313	0.332	0.339	0.354	0.354	0.358	0.451	0.404	0.409	0.425	0.420	0.378
成都市	0.276	0.262	0.396	0.267	0.418	0.333	0.321	0.417	0.360	0.349	0.346	0.341
重庆市	0.365	0.323	0.286	0.300	0.297	0.303	0.311	0.282	0.313	0.337	0.334	0.314
武汉市	0.210	0.243	0.235	0.254	0.254	0.272	0.454	0.397	0.388	0.355	0.368	0.312
广州市	0.238	0.259	0.267	0.276	0.363	0.312	0.316	0.322	0.337	0.351	0.339	0.307
苏州市	0.226	0.384	0.372	0.258	0.262	0.283	0.298	0.320	0.313	0.322	0.316	0.305
南京市	0.252	0.255	0.235	0.258	0.277	0.283	0.294	0.305	0.426	0.319	0.419	0.302
兰州市	0.168	0.191	0.387	0.328	0.316	0.292	0.304	0.372	0.310	0.270	0.275	0.292
沈阳市	0.256	0.262	0.249	0.360	0.336	0.307	0.308	0.272	0.296	0.297	0.252	0.290
杭州市	0.231	0.244	0.247	0.259	0.272	0.275	0.291	0.314	0.325	0.336	0.338	0.285
青岛市	0.192	0.209	0.211	0.219	0.254	0.233	0.450	0.385	0.330	0.320	0.281	0.280
天津市	0.257	0.263	0.289	0.263	0.258	0.274	0.273	0.275	0.288	0.292	0.287	0.274
西安市	0.227	0.269	0.287	0.243	0.266	0.248	0.313	0.291	0.285	0.284	0.292	0.273
珠海市	0.282	0.259	0.265	0.267	0.229	0.226	0.287	0.250	0.334	0.291	0.253	0.268
东莞市	0.221	0.241	0.263	0.237	0.254	0.273	0.264	0.288	0.286	0.293	0.285	0.264
昆明市	0.243	0.243	0.251	0.329	0.244	0.285	0.249	0.259	0.243	0.281	0.259	0.262
郑州市	0.223	0.227	0.350	0.225	0.242	0.261	0.279	0.247	0.270	0.279	0.275	0.262
合肥市	0.220	0.227	0.232	0.237	0.349	0.242	0.249	0.272	0.282	0.263	0.279	0.259
长沙市	0.226	0.229	0.248	0.266	0.238	0.224	0.239	0.242	0.259	0.368	0.309	0.259
厦门市	0.179	0.220	0.189	0.214	0.198	0.229	0.216	0.244	0.412	0.359	0.350	0.255
无锡市	0.244	0.230	0.310	0.257	0.243	0.239	0.256	0.281	0.250	0.248	0.250	0.255
宁波市	0.292	0.237	0.219	0.214	0.225	0.228	0.242	0.237	0.311	0.262	0.242	0.246
济南市	0.196	0.226	0.224	0.227	0.232	0.227	0.236	0.246	0.253	0.277	0.275	0.238

(二) 投资于物和投资于人紧密结合水平区域差异分析

从表5的Dagum基尼系数及其分解看,总体基尼系数从2013年的0.125波动下降至2023年的0.123,表明在样本期内投资于物和投资于人紧密结合水平的区域差异略有缩小。基尼系数的分解结果显示,区域差异的主要来源是超变密度基尼系数的变化,尤其是在2021年和2023年,超变密度基尼系数分别为0.050和0.059,且贡献率分别为41.42%和47.98%,表明层次性差异在整体差距中的主导作用。尽管组内基尼系数稳定在0.031~0.033左右,组内差异对总体差距的贡献较小,而组间基尼系数在2021年上升至0.039,显示出区域间差距在某些年份有所扩大。总体来看,尽管总体差距有所缩小,但超变密度差异仍是推动区域差异的主要因素。

表5 Dagum基尼系数及其分解

年份	基尼系数				贡献率(%)		
	总体	组内基尼系数 Gw	组间基尼系数 Gb	超变密度基尼系数 Gt	组内贡献率 Gw	组间贡献率 Gb	超变密度贡献率 Gt
2013	0.125	0.034	0.028	0.064	26.82%	22.40%	50.79%
2014	0.121	0.032	0.026	0.063	26.73%	21.16%	52.11%
2015	0.117	0.031	0.035	0.051	26.37%	29.70%	43.93%
2016	0.117	0.031	0.027	0.059	26.15%	22.89%	50.96%
2017	0.116	0.031	0.022	0.063	26.93%	19.24%	53.83%
2018	0.115	0.031	0.027	0.057	26.74%	23.78%	49.48%
2019	0.120	0.032	0.033	0.055	26.50%	27.30%	46.21%
2020	0.116	0.031	0.029	0.056	26.87%	24.64%	48.50%
2021	0.122	0.032	0.039	0.050	26.54%	32.04%	41.42%
2022	0.119	0.032	0.031	0.057	26.48%	26.06%	47.46%
2023	0.123	0.033	0.031	0.059	26.58%	25.44%	47.98%

由于超变密度基尼系数是投资于物和投资于人紧密结合水平区域差异的主要来源,说明不同区域的紧密结合水平存在重叠关系,因此本文采用泰尔指数分析不同层次差异对总体差距的具体贡献。泰尔指数可分解为区域间差异、省际差异、省内差异、市级差异和市内差异,能够更细致地展现不同层级的差距对整体差异的贡献,结果见表6。

表6 泰尔指数下的省际差异与地级市差异

年份	区域间差异	省级比较		市级比较		总泰尔指数
		省际间差异	省内差异	市级间差异	市级内差异	
2013	0.054	0.173	-0.199	0.027	-0.053	0.034
2014	0.056	0.177	-0.208	0.024	-0.055	0.029
2015	0.059	0.186	-0.221	0.022	-0.057	0.028
2016	0.054	0.180	-0.211	0.022	-0.053	0.029
2017	0.059	0.184	-0.219	0.022	-0.058	0.028
2018	0.061	0.181	-0.219	0.022	-0.059	0.029
2019	0.062	0.188	-0.224	0.024	-0.060	0.031
2020	0.061	0.193	-0.230	0.023	-0.060	0.029
2021	0.065	0.192	-0.229	0.024	-0.062	0.034
2022	0.059	0.179	-0.212	0.024	-0.058	0.031
2023	0.061	0.172	-0.207	0.025	-0.060	0.032

省际间差异是我国投资于物和投资于人紧密结合水平区域差异的主要来源,且其贡献较大并呈现波动。样本期内省际间差异在0.172至0.193区间波动,其中2013年为0.173,2020年最高达0.193,2023年为0.172,尽管有所波动,但仍明显高于市级间差异,表明不同省份投资于物和投资于人紧密结合水平存在显著区域差异。相比之下,市级间差异的贡献较小,始终在0.022至0.027左右,反映出大城市与中小城市之间的紧密结合水平差距虽然存在,但总体较为可控,市级差异对整体区域差异的影响较省际差异为小。省内差异为负值,在-0.199至-0.230左右且保持稳定,表明大部分省份内部的协调发展较为平衡,尤其在经济较发达的省份,内部各市之间的紧密结合水平差距较小,甚至对总体差距起到一定的抵消作用。市级内差异同样为负值,在-0.053至-0.062左右,

贡献较为有限,且波动较小,说明城市内部的差距较小,资源配置较为均衡。

四、投资于物和投资于人紧密结合水平的时空演化特征

(一)投资于物和投资于人紧密结合水平空间分布动态

为检验投资于物和投资于人紧密结合水平的空间相关性,本文基于标准化后的空间地理权重矩阵,测算了2013—2023年我国284个地级市的全局莫兰指数。结果(表7)显示,样本期内各年份的莫兰指数均为正,且除个别年份外总体上通过10%以上显著性水平检验,这表明投资于物和投资于人紧密结合水平存在显著的正向空间相关性。

表7 空间自相关检验结果

年份	I	E(I)	sd(I)	Z值	P值
2013	0.006	-0.004	0.005	1.927	0.054
2014	0.006	-0.004	0.005	1.908	0.056
2015	0.011	-0.004	0.005	2.938	0.003
2016	0.011	-0.004	0.005	2.930	0.003
2017	0.008	-0.004	0.005	2.329	0.020
2018	0.012	-0.004	0.005	3.015	0.003
2019	0.010	-0.004	0.005	2.686	0.007
2020	0.007	-0.004	0.005	2.044	0.041
2021	0.017	-0.004	0.005	4.080	0.000
2022	0.009	-0.004	0.005	2.374	0.018
2023	0.005	-0.004	0.005	1.657	0.098

投资于物和投资于人紧密结合水平的空间分布及其动态演化特征对于揭示区域发展模式和未来趋势至关重要。由于投资于物和投资于人紧密结合水平在空间上存在相关性,因此本文利用空间核密度估计方法,直接描绘投资于物和投资于人紧密结合水平的空间分布动态(见图3)。

其一,无条件核密度估计主要分析投资于物和投资于人紧密结合水平从第 t 年至第 $t+3$ 年的时序分布动态变化,核密度等高线沿正45度对角线分布,并呈现出从左下方低水平区间向右上方高水平区间显著推移的趋势,这表明在样本期内各城市投资于物和投资于人紧密结合水平整体实现了较大幅度的提升,绝大多数城市突破原有低水平分布状态。

其二,空间静态核密度估计旨在分析空间滞后条件下城市紧密结合水平的同期相互影响效应。核密度等高线在部分区域平行于 y 轴,尤其在中段区域尤为明显,表明在相同的相邻城市紧密结合水平下,不同城市自身的发展水平仍存在较大差异,说明区域间的关联性较弱,部分城市的发展较为独立。大部分等高线分布在正45度对角线上方,表明相较于相邻城市的紧密结合水平,本城市的紧密结合普遍更高,说明部分城市在紧密结合水平发展过程中呈现出一定的领先效应,区域内可能存在一定的核心—外围结构。

其三,空间动态核密度估计进一步分析空间滞后条件下,相邻城市第 t 年紧密结合水平对本市第 $t+3$ 年水平的跨期影响。核密度等高线平行于 y 轴,并集中在正45度对角线左上方区域,同时3D曲面呈现出向高值区集中的脊状结构,表明部分城市在 $t+3$ 年紧密结合水平显著提升,而相邻城市的增长相对滞后,显示出区域间发展的非同步性。

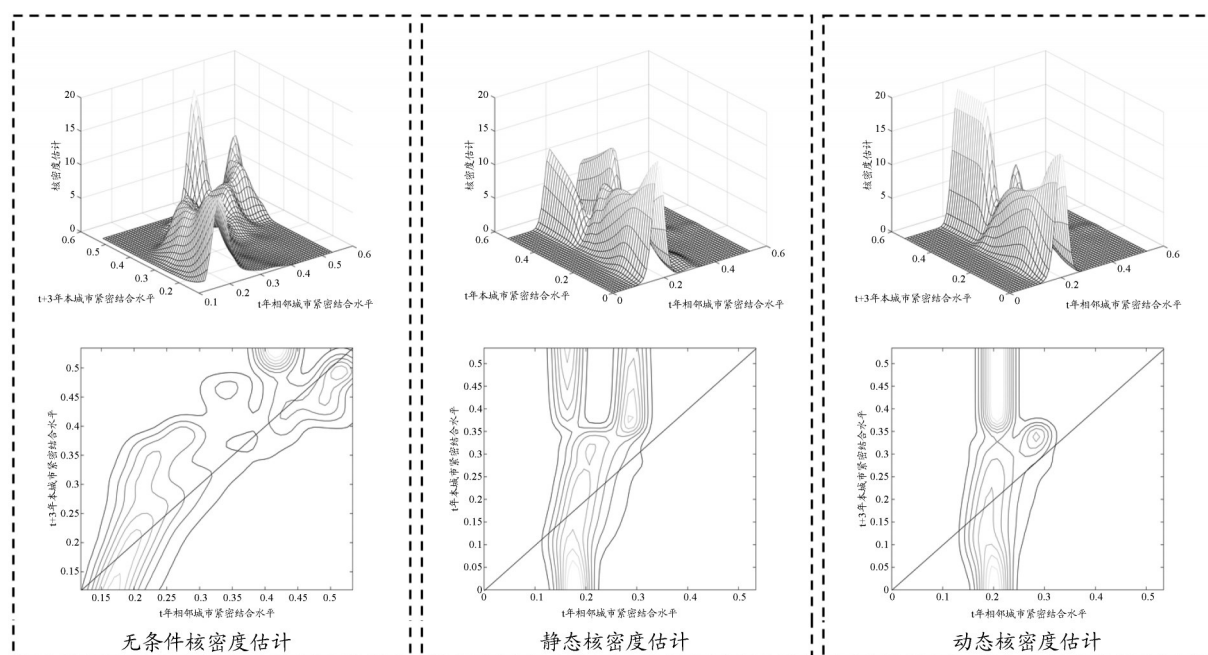


图3 投资于物和投资于人紧密结合水平空间分布动态

(二) 投资于物和投资于人紧密结合水平时间演化

利用时间马尔科夫链分析我国投资于物和投资于人紧密结合水平的状态转移结果(表8)显示,2013—2016年、2017—2023年及2013—2023年整体均表现出较强的对角线值,表明各状态具有较高的稳定性和路径依赖特征。2013—2016年,Ⅰ级保持概率为0.357,Ⅰ级向Ⅱ级跃迁概率达0.327,Ⅱ级向Ⅲ级跃迁概率为0.288,反映出低水平地区投资于物和投资于人紧密结合水平具有一定稳定性,但已显现一定的向上跃迁趋势;然而,受物质资本积累不足、人力资本投资滞后以及区域资源配置制约等因素影响,低水平地区投资于物和投资于人紧密结合水平的协同提升仍面临较大挑战。而Ⅲ级和Ⅳ级地区投资于物和投资于人紧密结合水平稳定性更高,Ⅳ级保持概率达0.541,Ⅲ级向Ⅳ级跃迁概率为0.308,表明高水平地区依托科技创新、产业集聚和人力资本优势,形成了投资于物和投资于人紧密结合水平的显著锁定效应。2017—2023年,低水平地区投资于物和投资于人紧密结合水平向上跃迁趋势明显增强,Ⅰ级向Ⅱ级跃迁概率达0.290,Ⅱ级向Ⅲ级跃迁概率达0.324,表明国家区域协调发展战略、人力资本投资倾斜以及政策扶持有效推动了低水平地区物质资本与人力资本的协同优化,投资于物和投资于人紧密结合水平得到提升。然而,Ⅲ级和Ⅳ级投资于物和投资于人紧密结合水平稳定性依然突出,Ⅲ级保持概率为0.430,Ⅳ级保持概率达0.585,说明高水平地区继续凭借技术、市场和政策优势,投资于物和投资于人紧密结合水平持续巩固,降级风险较低。总体而言,低水平地区投资于物和投资于人紧密结合水平向上跃迁趋势逐渐增强,但路径依赖特征依然显著,Ⅰ级状态相对易于提升,而Ⅲ级和Ⅳ级状态的锁定效应更强,尤其Ⅳ级保持概率达0.565,表明高水平地区投资于物和投资于人紧密结合水平优势得到巩固,领先地位较为稳固。

(三) 投资于物和投资于人紧密结合水平空间演化

利用空间马尔科夫链分析投资于物和投资于人紧密结合水平的状态转移特征(表9)表明,在不同的空间滞后类型下,四个转移概率矩阵表现出明显差异,说明在邻近城市紧密结合水平存在差异的情况下,本城市的紧密结合水平受周围城市的影响,导致其状态转移的概率各不相同。此外,在

I、II、III、IV类空间滞后类型下,转移概率矩阵的对角线元素明显大于非对角线元素,这表明在空间溢出效应的作用下,低、中低、中高、高等级投资于物和投资于人紧密结合水平容易发生“等级锁定”。同时,非对角线元素的非零值显示出投资于物和投资于人紧密结合水平不仅存在向上的理想转移,也存在一定的向下转移风险,反映出投资于物和投资于人紧密结合水平的不稳定性。不同的滞后类型对各个等级的转移影响有所不同,例如,在II类滞后条件下,低等级、中低等级和中高等级的城市向上跃迁的概率为0.096~0.321,这表明转移概率受滞后类型的显著影响。

表8 投资于物和投资于人紧密结合水平时间演化

时间段	I	II	III	IV	观测值
整体	0.459	0.295	0.120	0.126	667
	0.156	0.343	0.329	0.172	563
	0.076	0.226	0.421	0.277	523
	0.040	0.127	0.268	0.565	519
2013—2016	0.357	0.327	0.143	0.173	98
	0.164	0.384	0.288	0.164	73
	0.038	0.173	0.481	0.308	52
	0.049	0.115	0.295	0.541	61
2017—2023	0.464	0.290	0.112	0.134	321
	0.172	0.345	0.324	0.159	290
	0.102	0.204	0.430	0.264	265
	0.050	0.104	0.262	0.585	260

表9 投资于物和投资于人紧密结合水平空间演化

空间滞后类型	$t/(t+3)$	I	II	III	IV	观测值
I	I	0.526	0.233	0.155	0.086	116
	II	0.288	0.322	0.271	0.119	59
	III	0.104	0.438	0.250	0.208	48
	IV	0.029	0.114	0.343	0.514	35
II	I	0.472	0.300	0.096	0.132	250
	II	0.168	0.359	0.321	0.152	184
	III	0.106	0.239	0.415	0.239	142
	IV	0.056	0.181	0.299	0.465	144
III	I	0.439	0.318	0.109	0.134	239
	II	0.141	0.338	0.359	0.162	234
	III	0.074	0.227	0.441	0.258	229
	IV	0.045	0.114	0.259	0.582	220
IV	I	0.355	0.306	0.194	0.145	62
	II	0.081	0.337	0.302	0.279	86
	III	0.029	0.106	0.462	0.404	104
	IV	0.017	0.092	0.225	0.667	120

(四) 投资于物和投资于人紧密结合水平收敛性分析

1. σ 收敛性

全国及各区域在投资于物和投资于人紧密结合水平上呈现出差异化的 σ 收敛特征,未形成全

局同步收敛的态势,结果见图4。从全国层面看, σ 系数在样本期内呈现明显的阶段性波动,整体未表现出持续下降趋势,表明全国层面的 σ 收敛性并不显著,地区差距依然突出。分区域看,东部地区 σ 系数始终位于最高水平,且呈现波动上升态势,说明东部地区内部城市间差距逐渐扩大,存在一定的 σ 发散特征;中部地区 σ 系数较为平稳,波动较小,反映出区域内城市发展趋于均衡;西部地区 σ 系数波动较大,但整体呈下降趋势,表明存在一定程度的 σ 收敛;东北地区 σ 系数前期下降显著,后期有所回升,显示出阶段性的 σ 收敛特征。

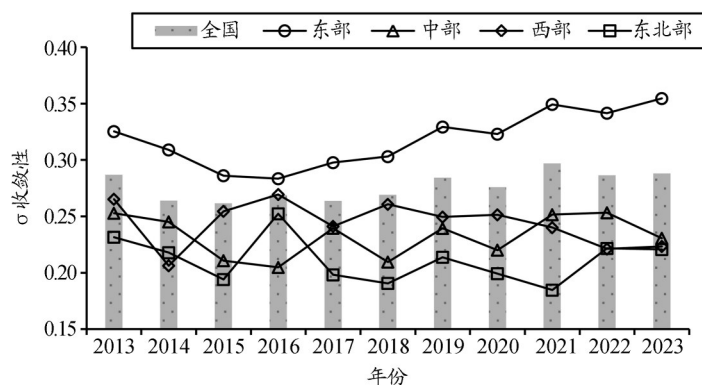


图4 各区域 σ 收敛性变化趋势

进一步地,本文将各区域的投资于物和投资于人紧密结合水平的 σ 系数减去当年全国平均 σ 系数,并比较其变化趋势,结果见表10。东部地区的差值均为正值且总体处于较高水平,表明该区域投资于物和投资于人紧密结合水平的内部差距显著大于全国平均水平,并在样本期内呈现波动扩大的态势,存在较为明显的发散特征。相比之下,中部地区的差值始终保持负值且波动幅度较小,反映出该区域投资于物和投资于人紧密结合水平的内部差距较小,发展较为均衡。西部地区的差值前期波动于正负之间,后期转为持续负值,说明该区域投资于物和投资于人紧密结合水平的内部差距逐渐小于全国平均水平。东北部地区的差值同样以负值为主,且绝对值较大、波动明显,表明该地区投资于物和投资于人紧密结合水平存在较为突出的结构性不均衡问题。

表10 各区域的投资于物和投资于人紧密结合水平 σ 收敛比较

年份	东部	中部	西部	东北部
2013	0.031	-0.038	-0.013	-0.040
2014	0.042	-0.020	-0.044	-0.036
2015	0.006	-0.046	0.013	-0.054
2016	0.002	-0.038	0.000	0.002
2017	0.006	-0.007	-0.004	-0.036
2018	0.009	-0.031	0.006	-0.051
2019	0.024	-0.012	-0.032	-0.048
2020	0.023	-0.016	-0.018	-0.059
2021	0.039	-0.024	-0.056	-0.091
2022	0.029	-0.012	-0.052	-0.027
2023	0.037	-0.024	-0.051	-0.021

2. 空间 β 收敛性

表11显示了投资于物和投资于人紧密结合水平绝对 β 收敛和条件 β 收敛检验的结果。在样本

期内,全国以及东部、中部、西部、东北部四大区域的投资于物和投资于人紧密结合水平的 β 系数均在1%水平上显著为负,表明全国及各区域均存在显著的绝对 β 收敛和条件 β 收敛,即各区域内部城市间存在投资于物和投资于人紧密结合水平的俱乐部收敛。这说明无论是否考虑城镇化率、政府干预程度、经济密度、金融发展水平、产业结构升级等控制变量的影响,全国及各区域的投资于物和投资于人紧密结合水平均趋向收敛于各自的稳态水平。其中,绝对 β 收敛条件下,各区域的收敛速度由快到慢依次为:东部>东北部>全国>中部>西部;条件 β 收敛条件下,收敛速度由快到慢依次为:东部>全国>东北部>西部>中部。在加入控制变量后,整体收敛速度有所放缓,但东部地区依然保持最快的收敛速度,表明即使考虑多种影响因素,东部地区投资于物和投资于人紧密结合水平的内部差距仍能较快缩小。

表11 空间 β 收敛性结果

变量	Panel A:绝对 β 收敛				
	全国	四大区域			
		东部	中部	西部	东北部
β	-3.470*** (0.096)	-2.937*** (0.158)	-3.797*** (0.194)	-3.807*** (0.175)	-3.445*** (0.303)
控制变量	No	No	No	No	No
固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
R^2	0.304	0.271	0.305	0.357	0.271
收敛速度(%)	149.368	173.675	136.935	136.578	150.385
半程收敛周期	0.464	0.399	0.506	0.508	0.461
变量	Panel B:条件 β 收敛				
	全国	四大区域			
		东部	中部	西部	东北部
β	-3.507*** (0.096)	-3.035*** (0.159)	-3.933*** (0.196)	-3.927*** (0.175)	-3.567*** (0.303)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
固定效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
R^2	0.320	0.299	0.329	0.343	0.252
收敛速度(%)	147.881	168.740	132.187	132.392	145.516
半程收敛周期	0.469	0.411	0.524	0.524	0.476

注:*,**,***分别表示在10%、5%、1%的水平下显著;括号内为标准差

五、结论与启示

基于上述分析,本文得到以下结论:(1)投资于物和投资于人紧密结合水平在全国范围内呈现上升趋势,尽管在某些年份投资于物的增长速度有所放缓。东部地区始终领先,紧密结合水平稳步上升,而中西部及东北地区虽然表现出追赶态势,但增速较慢,差距仍较大。(2)投资于物和投资于人紧密结合水平的区域差异主要来源于超变密度基尼系数的变化,说明不同区域的紧密结合水平存在重叠关系。基于泰尔指数分解,发现省际差异对投资于物和投资于人紧密结合水平区域差异的贡献最大。(3)投资于物和投资于人紧密结合水平具有显著的正向空间相关性,表明相邻区域之间存在较强的影响效应。投资于物和投资于人紧密结合水平整体提升显著,城市间存在较大相互

影响,部分城市形成核心—外围结构,而相邻城市间的滞后效应则导致区域间发展不同步。(4)从收敛性分析看,全国及各区域投资于物和投资于人紧密结合水平呈现差异化的 σ 收敛特征,但未形成全局同步收敛态势。东部地区内部差距有所扩大,存在一定 σ 发散特征,而中西部和东北地区则表现出不同程度的 σ 收敛。全国及四大区域均存在显著的绝对 β 收敛和条件 β 收敛,表明各区域内部城市间形成了俱乐部收敛。在加入控制变量后,整体收敛速度有所放缓,但东部地区仍保持最快的收敛速度。

基于上述结论,本文得到以下启示:(1)强化投资于物和投资于人紧密结合水平区域协调发展,坚持因地制宜发展。东部地区应继续保持领先势头,集中力量突破前沿技术和创新高地,深化物质基础与人才要素的紧密对接,着力打造全球竞争优势的核心增长极;中西部和东北地区则需大幅提升基础设施建设和人力资本积累,优先填补教育、医疗等民生领域的薄弱环节,加速缩小与东部的差距,同时依托国家区域协调发展战略,探索特色化、差异化的“人—物”融合路径。积极推动跨省合作,通过要素市场化流动、产业转移和政策协同,逐步打破地域分割,实现资源配置的相对均衡与区域高质量发展。(2)构建投资于物和投资于人紧密结合水平的长效路径。决策层面应统筹谋划两类投资,避免出现结构性失衡。在夯实投资于物的同时,同步加大对人力资本的培育和吸引力度,尤其在教育培训、卫生健康、生态环境和社会保障等领域形成配套合力,构建“投资于物为基、投资于人为本”的动态平衡机制。通过精细化资源投放和绩效导向的评价体系,促进物质条件与人才活力相互支撑,降低单一依赖带来的潜在隐患,实现两类投资的长期协同放大效应。(3)发挥投资于物和投资于人紧密结合水平的空间溢出效应,强化区域间联动。优先完善交通网络和数字基础设施,打通人才、技术、信息跨区域流通渠道,加快公共服务均等化衔接,增强空间溢出效应的传导效率。尤其要注意物质与人力资本融合经验的辐射带动作用,使其在周边地区快速扩散,形成以核心城市为引领的“核心—外围”协同发展格局。对于落后区域的拖累现象,可探索建立多方协作机制,包括共建联合创新平台和跨区域补偿机制,助力这些地区通过提高投资于物和投资于人紧密结合水平实现后发赶超。(4)优化投资于物和投资于人紧密结合水平的收敛机制,提升整体结合水平。需针对性清除差距扩大的体制性障碍,支持低水平地区借助物质与人力资本协同效应加快崛起,破解路径依赖和锁定效应。面对收敛速度趋缓的迹象,应采取精准干预,提升要素配置效能,特别是向基础薄弱地区加大基础设施和人力资本倾斜力度。有序引导资金、技术、人才向潜力区域集聚,帮助其实现跨越式进展,最终形成全国范围更均衡、更具韧性、更可持续的发展态势。

参考文献:

- [1] 中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议[N]. 人民日报,2025-10-29(01).
- [2] 郑尚植,魏东旭,鹿明川. 投资于物于投资于人紧密结合的人文经济学意蕴[J/OL]. 当代经济管理. <https://link.cnki.net/urlid/13.1356.F.20251224.1404.002>.
- [3] 徐政,占智勇. 投资于物和投资于人协同耦合推进共同富裕:理论框架与“十五五”实践路径[J/OL]. 湖北民族大学学报(哲学社会科学版). <https://link.cnki.net/doi/10.13501/j.cnki.42-1328/c.20260302.001>.
- [4] 盛磊,应晓妮,刘立峰. 统筹“投资于物”与“投资于人”的理论、经验和路径[J]. 宏观经济研究,2025(7):31-38,72.
- [5] 张林山,公丕明. 投资于物和投资于人紧密结合的协同逻辑、现实困境与未来取向[J]. 改革,2025(12):100-110.
- [6] 黄群慧,梅建昊. “十五五”时期“投资于人”推动新供需良性互动的理论机制[J]. 河北学刊,2026(2):14-24.
- [7] 赵福昌. 关于投资于人与投资于物结合的思考[J]. 财政科学,2026(1):29-36.
- [8] 徐政,程梦瑶,郑霖豪. 投资于物和投资于人紧密结合推动区域协调发展:内在逻辑与路径选择[J]. 南通大学学报(社会科学版),2026(1):69-80,167-168.

- [9] 徐政,程梦瑶,郑霖豪.“中国人经济”的内涵辨析:理论演进、核算革命于实践路径[J]. 重庆大学学报(社会科学版), 2025(6):15-27.
- [10] 徐政,陈婷. 系统观念视域下投资于物和投资于人紧密结合的辩证关系与实践进路[J/OL]. 新疆师范大学学报(哲学社会科学版). <https://doi.org/10.14100/j.cnki.65-1039/g4.20260119.001>.
- [11] 韩文龙,林传伟. 投资于物和投资于人紧密结合的理论内涵和实践路径[J]. 学习与实践,2026(1):15-26.
- [12] 李凯锋,张雅琴,陈淑芳. 绿色技术创新背景下数智化转型与制造业企业的组织韧性[J]. 西安财经大学学报,2024(4):84-96.
- [13] 徐政,宋欣蔚. 新质生产力赋能降碳减污扩绿增长的理论逻辑于实践路径[J]. 学术交流,2025(7):142-157.
- [14] 刘勇,郭静伟. 绿色生产力:逻辑机制、价值旨归、有机系统、实践进路[J]. 江西财经大学学报,2024(6):14-24.
- [15] 曾宪奎. 必须坚持有效市场与有为政府相结合的原则:学习党的二十届四中全会精神[J]. 中国矿业大学学报(社会科学版),2025(6):1-16.
- [16] 张劲松,赵嘉伟.“投资于人”推进中华民族共同体建设:发展体系与未来面向[J]. 统一战线学研究,2026(1):185-195.
- [17] 石红梅,尚瑾. 新质生产力赋能高等教育创新发展的内在机理、价值意蕴与实践路径[J]. 西南石油大学学报(社会科学版),2025(4):48-57.
- [18] 李振.“十五五”时期“中国人经济”的叙事创新、核心要义与实践要求:基于投资于物和投资于人紧密结合视角分析[J/OL]. 重庆大学学报(社会科学版). <https://link.cnki.net/urlid/50.1023.c.20260311.1651.002>.
- [19] 陈友华,杨慧康. 投资于人导向下老年人人力资源开发的内在逻辑与实现路径[J]. 北京行政学院学报,2026(1):109-118.
- [20] 谢昕莹,王小林. 乡村振兴重点帮扶县内生发展动力:框架构建、政策特征于提升路径:基于“目标—工具”视角的政策文本分析[J]. 西南大学学报(社会科学版),2025(2):84-97,309-310.
- [21] 张志原,燕继荣. 中国城市基层治理的模式演进于内在逻辑:基于“需求—回应”框架的分析[J]. 甘肃行政学院学报,2025(3):26-37.
- [22] 张春晓,杨帆征. 人力资本视角下中国人口红利转型趋势[J]. 甘肃社会科学,2024(4):216-225.
- [23] 徐政,牟春伟,李宗尧. 新质生产力政治经济学解读:基于生产力要素视角[J]. 江苏行政学院学报,2024(4):49-56.
- [24] 施雄天,余昊臻,肖懿. 我国区域低空经济现代化发展水平测度及时空演进研究[J]. 工业技术经济,2025(9):118-129.
- [25] 向仙虹,艾光帅,王子菁. 政府创新补贴对企业新质生产力的影响研究[J]. 技术经济,2025(3):51-65.
- [26] 吴继飞,万晓榆. 中国新质生产力发展水平测度、区域差距及动态规律[J]. 技术经济,2024(4):1-14.
- [27] 王方方,涂先青,杨智晨,等. 新质生产力发展水平评估与时空格局分析:基于“先进性—发展潜力—实现水平”的三维测算[J]. 西部论坛,2024(4):1-16.
- [28] 林木西,肖宇博. 绿色数字金融缓解财政压力了吗:来自改革创新试验区的证据[J]. 西北工业大学学报(社会科学版),2024(2):101-112.
- [29] 刘爱峰. 中国区域数字新质生产力发展平衡性分析[J]. 统计与信息论坛,2024(11):51-63.
- [30] 杨冕,陈奕钊,李强谊. 碳交易对城市绿色转型的影响研究:基于中国“碳市场”试点政策的证据[J]. 江南大学学报(人文社会科学版),2025(2):61-78.
- [31] 张广辉,邓因. 农民农村共同富裕水平测度、区域差异及空间收敛性研究[J]. 农村经济,2024(3):1-15.

Measurement and spatiotemporal evolution of the cose integration level between investment in goods and investment in people

Xu Zheng^{1,2}, Shi Xiongtian³

(1. Department of Economics, Party School of Jiangsu Provincial Committee of CPC, Nanjing 210009, P. R. China; 2. Hebei Province Key High-End Think Tank “Hebei Public Policy Evaluation and Research Center”, Qinhuangdao 066044, P. R. China; 3. School of Business Administration and Tourism Management, Yunnan University, Kunming 650500, P. R. China)

Abstract: As China enters the “15th Five-Year Plan” period, its socialist modernization drive has reached a critical stage of surmounting major obstacles and tackling tough challenges. The traditional extensive growth model, which relies solely on material capital accumulation, can no longer meet the demands of high-quality development. How to achieve the close integration between investment in goods and investment in people, thereby stimulating new quality productive forces and enhancing total factor productivity, has become a core proposition that urgently needs to be addressed. This paper constructs a multi-level indicator system. The investment-in-goods level primarily comprises three dimensions: digital-intelligent infrastructure investment, ecological and environmental protection investment, and real economy investment. The investment-in-people level mainly consists of four dimensions: education and talent cultivation investment, health protection investment, employment and job utilization investment, and social security support investment. The entropy weight method is employed for measurement, and the coupling coordination degree model is applied to evaluate the close integration level between investment in goods and investment in people. Using panel data from 284 prefecture-level cities in China from 2013 to 2023 as the sample, and incorporating models such as the Dagum Gini coefficient, kernel density estimation, spatiotemporal Markov chain, and convergence models, this study systematically examines the regional disparities and spatiotemporal evolution characteristics of the close integration level between investment in goods and investment in people. The results indicate that the close integration level between investment in goods and investment in people exhibits a sustained upward trend, with the steady increase in the investment-in-people level serving as the primary driving force, while the growth rate of the investment-in-goods level has slowed in the later period. Regional differences mainly originate from changes in the transvariation density of the Gini coefficient. Further decomposition using the Theil index reveals that inter-provincial differences constitute the main source of regional disparities in the close integration level. The close integration level demonstrates significant positive spatial correlation across regions, forming a core-periphery structure and exhibiting lag effects. Markov chain analysis shows that the state transition paths of the close integration level between investment in goods and investment in people exhibit strong path dependence. The probability of low-level regions transitioning upward to higher levels has gradually increased, while high-level regions display a pronounced locking effect. Convergence analysis reveals that although the close integration level between investment in goods and investment in people displays σ -convergence characteristics across regions, it has not achieved fully synchronized convergence. Spatial β -convergence analysis indicates the existence of both absolute and conditional β -convergence. The eastern region exhibits the fastest convergence speed, while the central region is the slowest. After incorporating control variables, the overall convergence speed slightly decreases. Based on these findings, the paper proposes policy recommendations such as strengthening regional coordination, promoting the synergistic "people-goods" development mechanism, facilitating cross-regional collaboration, and optimizing convergence pathways, so as to further elevate the close integration level between investment in goods and investment in people.

Key words: material investment; human investment; integration; regional differences; spatiotemporal evolution

(责任编辑 彭建国)