

基于空间品质的经济地理核心—边缘模型研究

杨开忠^{1,2}, 刘威¹, 董亚宁², 刘安国¹

(1. 中国社会科学院大学应用经济学院, 北京 102488; 2. 中国社会科学院生态文明研究所, 北京 100710)

摘要: 随着经济从基于物质产品再生产向基于数据、信息、知识、智慧再生产的转变, 聚焦于传统有形物质产品因素的克鲁格曼核心—边缘模型已无法系统解释中国经济活动空间集聚现象和人才区域迁移机制。本文基于新空间经济理论构建了包含空间品质及其溢价效应的核心—边缘模型, 研究发现: ① 新空间经济学核心—边缘模型具有类突发性聚集、非对称维持点和完全自由贸易时空间并非无差异的新特征; ② 非农劳动力倾向空间品质更高的地区, 且空间品质差距越大则流动趋势越明显; ③ 缩小空间品质差距需要综合考虑各区域的便利设施水平以及区内和区际旅行成本等多方面因素。研究结果表明, 未来促进区域高质量协调发展需要科学认识空间品质对经济活动空间区位的影响作用, 需要把握缩小空间品质差距的理论逻辑和重视空间品质的区域一体化建设。

关键词: 核心—边缘模型; 新空间经济学; 空间品质; 品质溢价效应; 经济地理

DOI: 10.11821/dlxb202410003

1 引言

核心—边缘结构也称二元区域结构^[1], 是最重要的经济空间结构, 存在于不同空间尺度^[2-4], 自该理论被提出以来^[5], 一直是经济地理学研究的热点问题。克鲁格曼的核心—边缘模型 (Core-Periphery Model, CP模型)^[6]是新经济地理学核心理论, 基于物质产品生产、贸易和消费较好地解释了劳动力的区域迁移和空间分布问题, 并吸引大量学者在此模型的基础上进行多方面的拓展研究。具体包括如下方面: ① 消费者偏好假设的扩展, 如多部门消费品^[7-8]和消费者异质性偏好^[9-11]; ② 生产技术方面的拓展, 如规模报酬不变^[12]、投入与产出关联^[13]和固定的本地生产要素^[14-15]; ③ 货物运输成本的拓展, 如非对称成本^[16-17]; ④ 劳动力流动的拓展, 如区域间迁移成本^[18-20]、通勤成本^[21-23]和技能异质性^[24]; ⑤ 知识外部性和扩散的机制拓展研究, 如前后向联系机制^[25]、共享匹配和学习机制^[26]和其他微观机制^[27-28]等。上述拓展研究在一定程度上提高了新经济地理学对现实经济的解释力。

随着绿色化、数字化、网络化、智能化创新驱动发展转型, 经济不断从基于物质产品生产、贸易和消费向基于数据、信息、知识、智慧生产、贸易和消费转变。中国共产党的“二十大”宣告, 中国进入创新型国家行列。这表明中国经济发展进入以科技创新

收稿日期: 2023-09-11; 修订日期: 2024-07-11

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(71733001); 国家社会科学基金后期资助项目(22FJLB025); 国家自然科学基金重大项目(20ZDA086); 中国社会科学院大学“研创计划项目”(2024-KY-089) [Foundation: Key Program of National Natural Science Foundation of China, No. 71733001; National Social Science Fund Project, No.22FJLB025; Major Project of the National Social Science Fund, No.20ZDA086; Student Research Innovation Support Program of University of Chinese Academy of Social Sciences, No.2024KY089]

作者简介: 杨开忠(1962-), 男, 湖南常德人, 博士, 研究员, 中国社会科学院学部委员, 研究方向为区域科学、空间经济学、经济地理学和可持续发展。E-mail: ykz@pku.edu.cn

2442-2459 页

为核心驱动力的新阶段。创新驱动的本质是人才驱动。在绿色化、数字化、网络化、智能化创新驱动发展中，人才是决定区域创新力、竞争力和实现区域发展的关键要素^[29]。而人才偏好是公共服务、生态环境、住房等具有不可贸易属性决定的空间品质^[30]。目前已有大量实证研究从生态环境^[31]、住房条件^[32-33]和公共服务及其便捷性^[34-35]等角度证实了空间品质对人口迁移流动的影响。因此，聚焦于有形物质产品再生产的新经济地理核心—边缘模型无法系统解释中国经济活动空间集聚现象与人才区域迁移机制。

基于新经济地理学理论上述局限，结合中国经验，国内学者首倡并发展基于数据、信息、知识和智慧再生产的新空间经济学^[29]。新空间经济学认为空间集聚发展内生于厂商层次的规模报酬递增、以人才为中心的要素流动、运输成本与空间品质的互动，强调空间品质是其区别于新经济地理学的基本特点之一。因此，建立新空间经济模型的关键要领在于引入空间品质以分析其对人才区域迁移决策的作用机制。已有新空间经济学模型研究主要有：① 分析空间品质对异质性劳动力区位选择和区域创新发展的影响^[36]；② 构建一个纳入城市规模的多区域新空间经济理论模型，探讨公共服务、城市规模对人才区位的影响机制^[37]；③ 探讨空间品质对人才区位和人力资本增长的影响机理^[38]；④ 构建空间品质驱动城市生产率增长的空间一般均衡模型，揭示空间品质促进创新水平提升和创新人才空间配置引致城市生产率增长的双链中介机制^[39]。除直接效应外，空间品质可通过溢价效应来间接作用于人才区位决策和经济活动空间集聚^[40-41]。

本文将尝试从新空间经济理论出发建立基于空间品质的核心—边缘模型^①，可能的边际贡献有3个方面：① 基于新空间经济学核心—边缘模型分析外生空间品质差距下人才区域迁移的特征，增强核心—边缘模型对现实经济活动空间集聚现象的解释力；② 补充品质溢价效应以完善现有空间品质引致人才区域迁移的作用机制，一定程度上也丰富和发展了现有新空间经济理论；③ 基于空间品质的内涵探讨因区内与区际旅行时间成本、区内与区外便利设施水平的变化所引致的空间品质差距变化，为加强空间品质建设，促进区域产业协调发展和经济高质量发展提供理论参考依据。

2 基本模型构建

本文基于已有新空间经济学模型建模思路^[41]，考虑一个包含两区域、两部门 and 两要素的经济系统。其中，两区域分别为北部（ N ）和南部（ S ），北部变量采用下标（ n ）标示，南部变量采用下标（ s ）标示，这两个区域在偏好、技术以及初始的要素禀赋方面是相同的，但存在空间品质差异。两部门分别为垄断竞争下的非农业部门 T 和完全竞争下的农业部门 A 。在迪克西特—斯蒂格里茨（Dixit-Stiglitz, D-S）框架下，每个企业只生产一种产品，整个经济系统生产的差异化产品种类为 n^w ，北部和南部的企业数或生产的差异化产品种类数分别为 n 和 n^* 。两要素分别为非农劳动力 H （又称人才^②）和农业劳动力 L ^③，非农劳动力在区间可自由流动，农业劳动力不可区间流动。假定整个经济系统非农劳动力和农业劳动力禀赋分别为 H^w 和 L^w ，北部非农劳动份额 $s_H = H_n/H^w$ ，南部非农劳动份额为 $1 - s_H$ ，北部农业劳动份额 $s_L = L_n/L^w$ ，南部农业劳动份额 $1 - s_L$ ，北部非农业部门企业份额 $s_n = n/(n + n^*)$ ，南部非农业部门企业份额为 $1 - s_n$ 。记全社会总收入为 $E^w = E_n + E_s$ ，

① 下文中简称“新空间经济学核心—边缘模型”。

② 新空间经济学中的人才也是劳动力，但不同于以克鲁格曼为代表新经济地理学中的劳动力。新经济地理学认为劳动力的效用取决于对有形物质产品（即农产品与工业品）的消费，而新空间经济学中人才的效用还取决于对无形因素（如生态环境和便利设施等）的消费。

③ 现实中农业劳动力也属于人才范畴，根据本文研究需要，暂且不考虑其人力资本及其迁移行为。

其中 E_n 为北部收入（占全社会总收入份额为 s_E ）， E_s 为南部收入（占全社会总收入份额为 $1-s_E$ ）。

2.1 消费者需求与效用函数

每个地区的代表性消费者都具有双重效用。第一层效用是指消费者把总支出按不同比例支付在农产品和非农产品时的效用。由于农产品是同质产品，因此农产品消费是指一种产品的消费，但非农产品是差异化的产品，因此非农产品的消费是指不同非农产品的某种组合。第一层含义上的效用函数是柯布道格拉斯型效用函数，代表性消费者的效用函数可以如下形式：

$$U = q_i C_T^\mu C_A^{1-\mu} \quad (1)$$

式中： C_T 、 C_A 分别表示消费者对差异化非农产品组合的消费和农产品的消费； μ 为支出在非农产品上的支付份额。新空间经济学中的空间品质 q_i 是对地区不可贸易品的全面、系统、多维度概括，是对吸引和培育创新人才的地方条件和禀赋的经济本质抽象。从空间互动视角来看，空间品质既涵盖了反映“场所空间”属性的本地不可贸易品，也涵盖了突出“流动空间”特征的可有效获取的外地不可贸易品，包含基于不可贸易品跨区消费的空间互动机制^[39]。关于空间品质内容有不尽相同的理解。新空间经济学中的空间品质主要包括交通通信等交流环境，教育、卫生医疗、文化、社保，休闲场所等个人和集体消费环境，人工建成环境和自然生态环境4个方面。因此，自然舒适性是空间品质的重要因素。本文将空间品质表达为：

$$q_i = q_i(A_i, A_j, D_{ii}, D_{ij}, D_{ij}) \quad (2)$$

式中： A_i 、 A_j 分别表示本区域和其他区域的便利设施（即满足消费者舒适性需求的本地设施或服务）； D_{ii} 、 D_{ij} 分别表示本区域和其他区域的区内旅行成本； D_{ij} 表示区际旅行成本。

第二层含义上的效用函数是不变替代弹性CES（Constant Elasticity of Substitution）效用函数，是指消费者消费差异化的非农产品时的效用，具体形式如下：

$$C_T = \left(\int_{i=0}^{n+n^*} c_i^\rho di \right)^{1/\rho} = \left(\int_{i=0}^{n+n^*} c_i^{(\sigma-1)/\sigma} \right)^{\sigma/(\sigma-1)}, \quad \mu > 0, \rho < 1, \sigma > 1 \quad (3)$$

式中： n 、 n^* 分别表示北部和南部非农产品种类数量； c_i 为消费者对第 i 种非农产品的消费量； ρ 反映消费者的多样化偏好程度， ρ 越接近于1，消费者的多样性偏好强度越弱， ρ 越接近于0则消费者的多样化偏好强度越强，且 ρ 和CES效用函数中消费者的替代弹性 σ 有如下关系： $\rho = \frac{\sigma-1}{\sigma}$ 。

消费者效用最大化问题的约束条件为：

$$P_T C_T + p_A C_A = Y \quad (4)$$

式中： Y 表示消费者收入； p_A 表示农产品价格； p_i 表示第 i 种非农产品的价格； P_T 表示为非农产品组合的价格指数。价格指数 P_T 可表示为：

$$P_T = \left(\int_0^{n+n^*} p_i^{\rho/(\rho-1)} di \right)^{\frac{\rho-1}{\rho}} \quad (5)$$

由式（1）和式（4）可得代表性消费者对农业品和非农产品组合的需求函数为：

$$C_T = \frac{\mu Y}{P_T}, \quad C_A = \frac{(1-\mu)Y}{p_A} \quad (6)$$

结合式（1）和式（6）可知消费者的间接效用函数为：

$$U_{\max} = q_i C_T^\mu C_A^{1-\mu} = q_i \mu^\mu (1-\mu)^{(1-\mu)} P_T^{-\mu} p_A^{-(1-\mu)} Y \quad (7)$$

2.2 生产行为与品质溢价效应

农业部门在完全竞争和规模收益不变的情况下生产同质产品，且农业部门只使用农业劳动力 L ，单位产出需要 a_A 单位的农业劳动力。农产品的区际贸易不存在交易成本和品质溢价，因此农产品的价格在任何区域都相同。非农业部门以迪克西特—斯蒂格里茨垄断竞争、规模报酬递增为特征，非农业部门生产的每一种单位产品，需要固定投入（即 F 单位的非农劳动力）和可变投入（每单位产出需要 a_T 单位的非农劳动力）。这样非农业部门企业的成本函数为 $Fw_H + w_H a_T x$ ，其中 x 为企业的产出量， w_H 为非农劳动力的收入。

非农业产品区间交易同时受货物运输成本 τ 和空间品质溢价效应的影响。传统空间经济学中通过引入“冰山货物运输成本”解决产品运输过程中所需要克服的空间距离，即如果在其他地区要出售一单位的产品，那么必须运输到 τ 个单位的产品（ $\tau \geq 1$ ）。引入空间品质后的产品运输还需考虑空间品质距离（差距）以及因此而产生的品质溢价效应，但不同于克服空间距离，克服空间品质距离（差距）的过程是具有方向性的。具体来说，产品从A到B的运输成本等价于产品从B到A的运输成本，因为两种相反的运输过程所克服的空间距离一般是相同的。但考虑空间品质距离（差距）后，产品从空间品质较高的地区运输到空间品质较差地区过程中所克服的空间品质距离（差距）是不同于产品从空间品质较低地区运输到空间品质较高的地区。

从经济学意义上，上述克服空间品质距离（差距）的过程可以分为品质溢价和品质折价。假设北部的空间品质高于南部的空间品质，品质溢价就是产品输入地（北部）的消费者要克服或规避因自身空间场景变化所带来的效用损失，而愿意接受比产品出厂价格与运输成本之和更高的价格，即消费者为克服空间品质距离（差距）所作出的价格补偿。品质折价就是产品输入地（南部）的消费者偏好因自身空间场景变化所带来的效用增加，厂家或运输中间商不得不以低于产品出厂价格与运输成本之和的价格进行销售，即厂商克服空间品质距离（差距）所作出的价格补偿。上述空间品质距离（差距）对产品价格的影响，简称为品质溢价效应。其中，品质溢价是消费者补偿厂家，品质折价是厂家补偿消费者。

设定 f 为南部产品卖往北部时的品质溢价效应，则 f 是关于空间品质差距 q 的函数。一般而言， f 与 q 之间应存在如下关系：①空间品质差距 q 越大，品质溢价效应 f 越强；②当空间品质差距为零（北部空间品质等于南部空间品质）时，品质溢价效应 f 为零；③当空间品质差距为正（北部空间品质高于南部空间品质）时，南部产品在北部销售价格将高于出厂价格和货物运输成本之和；④当空间品质差距为负（北部空间品质低于南部空间品质）时，南部产品在北部销售价格将低于生产价格与货物运输成本之和；⑤南部产品卖往北部时的品质溢价效应与北部产品卖往南部时的品质溢价效应方向相反。

不失一般性，本文构造 $f = F(q) = a^q$ ，其中 $a > 1$ 。该函数具有如下性质：

$$\frac{\partial f}{\partial q} = a^q \ln a > 0, \quad f(-q) = \frac{1}{f(q)}, \quad \begin{array}{l} \text{当 } q = 0 \text{ 时, } f = 1 \\ \text{当 } q > 0 \text{ 时, } f > 1 \\ \text{当 } q < 0 \text{ 时, } 0 < f < 1 \end{array} \quad (8)$$

可见，此处构造的 $f = F(q)$ 符合上述对 f 与 q 之间的关系描述。

3 模型均衡

3.1 农业部门

农业部门是完全竞争部门，且规模收益不变。因此农产品实行边际成本定价，即

$p_{An} = w_{Ln} a_A$ 、 $p_{As} = w_{Ls} a_A$ 。其中， p_{An} 、 p_{As} 分别为北部和南部农产品价格， w_{Ln} 、 w_{Ls} 分别为北部和南部农业劳动力工资。由于农产品的区际贸易不存在交易成本和品质溢价，农产品的价格在任何区域都相同，即 $p_{An} = p_{As}$ 。因此南北两个区域农业劳动力的工资水平相等，即 $w_{Ln} = w_{Ls} = w_{Lc}$ 。同时假定满足非完全专业化条件，即没有一个区域具有足够的劳动力来生产能够满足世界对农产品的需求，即世界对农产品上的总支出 $(1-\mu)E^w$ 总大于任意区域的农产品产值 $p_A[\max(s_L, 1-s_L)]\frac{L^w}{a_A}$ ，其中 s_L 为北部农业劳动力在经济系统农业劳动力总量中所占份额。

3.2 工业部门

在D-S垄断竞争框架下，均衡时每个企业的利润为零，此时企业最优的定价策略是边际成本不变的加成定价法。不妨记北部和南部的非农产品出厂价格分别为：

$$\overline{p_{Tn}} = \frac{w_{Hn} a_T}{1-1/\sigma} = w_{Hn} \overline{p_T}, \quad \overline{p_{Ts}} = \frac{w_{Hs} a_T}{1-1/\sigma} = w_{Hs} \overline{p_T}, \quad \overline{p_T} = \frac{a_T}{1-1/\sigma} \quad (9)$$

式中： w_{Hn} 为北部非农劳动力工资； w_{Hs} 为南部非农劳动力工资。考虑到非农产品的销售价格取决于出厂价格、货物运输成本和品质溢价效应。因此北部和南部生产的非农产品销售价格分别为：

$$p_{nn} = \overline{p_{Tn}}, \quad p_{ns} = \frac{1}{f} \tau \overline{p_{Tn}}, \quad p_{sn} = f \tau \overline{p_{Ts}}, \quad p_{ss} = \overline{p_{Ts}} \quad (10)$$

式中： p_{nn} 表示北部非农产品在北部的销售价格； p_{ns} 表示北部非农产品在南部的销售价格； p_{sn} 表示南部非农产品在北部的销售价格； p_{ss} 表示南部非农产品在南部的销售价格。进一步可得北部和南部的非农产品价格指数为：

$$P_{Tn} = \overline{p_T} \left(\frac{H^w}{F\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} [w_{Hn}^{1-\sigma} s_H + f^{1-\sigma} \phi w_{Hs}^{1-\sigma} (1-s_H)]^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (11)$$

$$P_{Ts} = \overline{p_T} \left(\frac{H^w}{F\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} [(1/f)^{1-\sigma} \phi w_{Hn}^{1-\sigma} s_H + w_{Hs}^{1-\sigma} (1-s_H)]^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (12)$$

根据上述式(9)~(12)可得非农产品销量和非农产品需求：

$$c_{nn} = \frac{p_{nn}^{-\sigma}}{P_{Tn}^{1-\sigma}} \mu E_n, \quad c_{ns} = \frac{p_{ns}^{-\sigma}}{P_{Ts}^{1-\sigma}} \mu E_s, \quad c_{sn} = \frac{p_{sn}^{-\sigma}}{P_{Tn}^{1-\sigma}} \mu E_n, \quad c_{ss} = \frac{p_{ss}^{-\sigma}}{P_{Ts}^{1-\sigma}} \mu E_s \quad (13)$$

$$x_{Tn} = c_{nn} + c_{ns} = \frac{p_{nn}^{-\sigma}}{P_{Tn}^{1-\sigma}} \mu E_n + \frac{p_{ns}^{-\sigma}}{P_{Ts}^{1-\sigma}} \mu E_s \quad (14)$$

$$x_{Ts} = c_{sn} + c_{ss} = \frac{p_{sn}^{-\sigma}}{P_{Tn}^{1-\sigma}} \mu E_n + \frac{p_{ss}^{-\sigma}}{P_{Ts}^{1-\sigma}} \mu E_s \quad (15)$$

式中： c_{nn} 表示北部某企业在北部的销量； c_{ns} 表示北部某企业在南部的销量； c_{sn} 表示南部某企业在北部的销量； c_{ss} 表示南部某企业在南部的销量； x_{Tn} 、 x_{Ts} 分别表示北部和南部非农部门企业面临的需求。进一步可以得到北部和南部非农部门企业的销售收入分别为：

$$R_{Tn} = \frac{\mu}{H^w} E^w w_{Hn}^{1-\sigma} \left[\frac{s_E}{\Delta_n} + \frac{(1/f)^{1-\sigma} \phi (1-s_E)}{\Delta_s} \right] \quad (16)$$

$$R_{Ts} = \frac{\mu}{H^w} E^w w_{Hs}^{1-\sigma} \left[\frac{f^{1-\sigma} \phi s_E}{\Delta_n} + \frac{(1-s_E)}{\Delta_s} \right] \quad (17)$$

$$\Delta_n = w_{Hn}^{1-\sigma} s_H + f^{1-\sigma} w_{Hs}^{1-\sigma} (1-s_H) \phi, \quad \Delta_s = (1/f)^{1-\sigma} w_{Hn}^{1-\sigma} s_H \phi + w_{Hs}^{1-\sigma} (1-s_H), \quad \phi = \tau^{1-\sigma}$$

根据整个经济系统非农产品市场出清条件，可得北部和南部的非农部门劳动力工资收入为：

$$w_{Hn} = \frac{\mu}{H^w} E^w w_{Hn}^{1-\sigma} B_n, \quad B_n = \frac{s_E}{\Delta_n} + \frac{(1/f)^{1-\sigma} \phi (1-s_E)}{\Delta_s} \quad (18)$$

$$w_{Hs} = \frac{\mu}{H^w} E^w w_{Hs}^{1-\sigma} B_s, \quad B_s = \frac{f^{1-\sigma} \phi s_E}{\Delta_n} + \frac{(1-s_E)}{\Delta_s} \quad (19)$$

3.3 市场份额

区域支出包括非农劳动力收入加上农业劳动力收入。短期均衡时，北部和南部的总收入表达式分别为 $E_n = L_n w_L + H_n w_{Hn} = L^w s_L w_L + H_n w_{Hn}$ 和 $E_s = L_s w_L + H_s w_{Hs} = L^w (1-s_L) w_L + H_s w_{Hs}$ 。将北部总收入与南部总收入加总可得经济系统总收入为 $E^w = L^w w_L + w_{Hn} H_n + w_{Hs} H_s$ ，又由于经济系统总收入的 μ 部分将用于非农产品的支出，即 $w_{Hn} H_n + w_{Hs} H_s = \mu E^w$ 。因此有：

$$E^w = \frac{w_L L^w}{1-\mu} \quad (20)$$

以及北部支出份额为：

$$s_E = \frac{E}{E^w} = \frac{L^w s_L w_L + H_n w_{Hn}}{\frac{w_L L^w}{1-\mu}} = (1-\mu) \left(s_L + \frac{H^w w_{Hn}}{w_L L^w} s_H \right) \quad (21)$$

3.4 模型标准化

为简化分析，本文将参数设定标准化处理。令 $a_T = 1 - 1/\sigma$ ， $F = 1/\sigma$ ，则非农产品生产价格 $\overline{p_T} = 1$ ，均衡时非农部门企业规模为 $x = 1$ ；再令 $H^w = 1$ ， $L^w = (1-\mu)/\mu$ ，则有 $s_H = s_n$ （即非农劳动力数量等于非农产品种类数）以及 $E^w = 1/\mu$ ；最后令 $a_A = 1$ 即生产1单位农产品需要1单位的农业劳动力，则可将农产品价格和农业劳动力收入均标准化为1，即 $p_{An} = p_{As} = w_{Ln} = w_{Ls} = 1$ 。

3.5 长期均衡条件

根据人口移动方程 $\dot{s}_H = (U_n - U_s) s_H (1 - s_H)$ 可以发现有两种类型的长期均衡：一是内点解（即 $0 < s_H < 1$ ），非农劳动力在不同区域享受相同水平的效用（即 $U_n = U_s$ ）；二是核心—边缘解（即 $s_H = 0$ 或 $s_H = 1$ ）。上述长期均衡条件可以表示为：

$$\begin{cases} U_n = U_s, & \text{当 } 0 < s_H < 1 \text{ 时} \\ U_n < U_s, & \text{当 } s_H = 0 \text{ 时} \\ U_n > U_s, & \text{当 } s_H = 1 \text{ 时} \end{cases} \quad (22)$$

滚摆线是根据效用差异与北部所占的非农劳动力份额 s_H ，也就是根据函数 $\Omega(s_H)$ 所确定的点画出（函数 $\Omega = U_n - U_s$ ）。但因为无法用 s_H 来显性表示 w_{Hn} 和 w_{Hs} ，所以无法表示函数 $\Omega(s_H)$ 的显性形式，因而 U_n 和 U_s 也无法用 s_H 来显性表示。因此，需要借助数值解法解出 w_{Hn} 和 w_{Hs} ，再将 w_{Hn} 和 w_{Hs} 代入到式（7）、式（11）和式（12）进而建立效用差异表达式：

$$\Omega = \mu^\mu (1-\mu)^{1-\mu} (q_n P_{Tn}^\mu w_{Hn} - q_s P_{Ts}^\mu w_{Hs}) \quad (23)$$

表1比较了新空间经济学核心—边缘模型与克鲁格曼核心—边缘模型的价格指数、名义工资和效用差距。当不考虑品质溢价效应（即 $f=1$ ）时，两类核心—边缘模型价格指数和名义工资的表达式均相同，而效用差距表达式存在差异；当不考虑空间品质差异（即 $q_n = q_s = 1$ ）时，新空间经济学核心—边缘模型可以简化为克鲁格曼核心—边缘模型。

当 $q_n = q_s$ 且 $f=1$ 时，两地区非农劳动力的名义工资和非农产品价格指数分别化简为：

表1 价格指数、名义工资和效用差距的比较

Tab. 1 Comparison of price indexes, nominal wages, and utility gap

比较内容	公式序号	新空间经济学核心一边缘模型	克鲁格曼核心一边缘模型
价格指数	(11)~(12)	$P_{Tn} = \overline{P_T} \left(\frac{H^w}{F\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} [w_{Hn}^{1-\sigma} s_H + f^{1-\sigma} \phi w_{Hs}^{1-\sigma} (1-s_H)]^{\frac{1}{1-\sigma}}$ $P_{Ts} = \overline{P_T} \left(\frac{H^w}{F\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} \left[\left(\frac{1}{f} \right)^{1-\sigma} \phi w_{Hn}^{1-\sigma} s_H + w_{Hs}^{1-\sigma} (1-s_H) \right]^{\frac{1}{1-\sigma}}$	$P_{Tn} = \overline{P_T} \left(\frac{H^w}{F\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} [w_{Hn}^{1-\sigma} s_H + \phi w_{Hs}^{1-\sigma} (1-s_H)]^{\frac{1}{1-\sigma}}$ $P_{Ts} = \overline{P_T} \left(\frac{H^w}{F\sigma} \right)^{\frac{1}{1-\sigma}} [\phi w_{Hn}^{1-\sigma} s_H + w_{Hs}^{1-\sigma} (1-s_H)]^{\frac{1}{1-\sigma}}$
名义工资	(18)~(19)	$w_{Hn} = \frac{\mu}{H^w} E^w w_{Hn}^{1-\sigma} \left[\frac{s_E}{\Delta_n} + \frac{(1/f)^{1-\sigma} \phi (1-s_E)}{\Delta_s} \right]$ $w_{Hs} = \frac{\mu}{H^w} E^w w_{Hs}^{1-\sigma} \left[\frac{f^{1-\sigma} \phi s_E}{\Delta_n} + \frac{(1-s_E)}{\Delta_s} \right]$	$w_{Hn} = \frac{\mu}{H^w} E^w w_{Hn}^{1-\sigma} \left[\frac{s_E}{\Delta_n} + \frac{\phi (1-s_E)}{\Delta_s} \right]$ $w_{Hs} = \frac{\mu}{H^w} E^w w_{Hs}^{1-\sigma} \left[\frac{\phi s_E}{\Delta_n} + \frac{(1-s_E)}{\Delta_s} \right]$
效用差距	(23)	$\Omega = \mu^\mu (1-\mu)^{1-\mu} (q_n P_{Tn}^{-\mu} w_{Hn} - q_s P_{Ts}^{-\mu} w_{Hs})$	$\Omega = \mu^\mu (1-\mu)^{1-\mu} (P_{Tn}^{-\mu} w_{Hn} - P_{Ts}^{-\mu} w_{Hs})$

$$w_{Hn}^\sigma = \frac{\frac{1-\mu}{2} + \mu w_{Hn} s_H}{w_{Hn}^{1-\sigma} s_H + w_{Hs}^{1-\sigma} (1-s_H) \phi} + \frac{\phi \left[\frac{1-\mu}{2} + \mu w_{Hs} (1-s_H) \right]}{w_{Hn}^{1-\sigma} s_H \phi + w_{Hs}^{1-\sigma} (1-s_H)} \quad (24)$$

$$w_{Hs}^\sigma = \frac{\phi \left(\frac{1-\mu}{2} + \mu w_{Hn} s_H \right)}{w_{Hn}^{1-\sigma} s_H + w_{Hs}^{1-\sigma} (1-s_H) \phi} + \frac{\left[\frac{1-\mu}{2} + \mu w_{Hs} (1-s_H) \right]}{w_{Hn}^{1-\sigma} s_H \phi + w_{Hs}^{1-\sigma} (1-s_H)} \quad (25)$$

$$P_{Tn} = [w_{Hn}^{1-\sigma} s_H + w_{Hs}^{1-\sigma} (1-s_H) \phi]^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (26)$$

$$P_{Ts} = [w_{Hn}^{1-\sigma} s_H \phi + w_{Hs}^{1-\sigma} (1-s_H)]^{\frac{1}{1-\sigma}} \quad (27)$$

可见,空间品质相等时新空间经济学核心一边缘模型的非农劳动力名义工资和非农产品价格指数式均与克鲁格曼核心一边缘模型情形相同。因此,新空间经济学核心一边缘模型长期均衡方程组与克鲁格曼核心一边缘模型相同。令 ϕ_s 和 ϕ_B 分别为新空间经济学核心一边缘模型的维持点和突破点, $\overline{\phi_s}$ 和 $\overline{\phi_B}$ 分别为克鲁格曼核心一边缘模型的维持点和突破点,则有 $\phi_s = \overline{\phi_s}$ 和 $\phi_B = \overline{\phi_B}$,且当 $\phi_s < \phi < \phi_B$ 时同时存在对称分布稳定解和核心一边缘稳定解,当 $\phi_B < \phi < 1$ 时只存在核心一边缘稳定解。

当两地区空间品质相等时,克鲁格曼核心一边缘模型和新空间经济学核心一边缘模型可以得到相同的长期稳定均衡解,即新空间经济学核心一边缘模型退化为克鲁格曼核心一边缘模型。

4 结果分析

为简化分析,假定 $q_s=1$ 保持不变而 q_n 可以变化,根据对称性可知 $q_n < q_s$ 与 $q_n > q_s$ 刚好相反,因此下文仅从 $q_n > q_s$ 情形展开分析。

4.1 基于滚摆线的核心一边缘结构识别

根据式(23)可得非农劳动力份额 s_H 与实际效用差距 Ω 的数值关系,然后基于该关系可以得到滚摆线图。为了更加直观地揭示空间品质差距对非农劳动力区位的影响将基本参数设定为 $\mu=0.4$ 、 $\sigma=5$ 、 $a=2$ 和 $s_L=0.5$ 。在本文的假设条件下,模型基本参数设定并不影响分析结论。

4.1.1 仅存在内部均衡的情形 图1a是较高货物运输成本($\tau=2.1$)条件下 q_n 分别为1、1.02和1.04的滚摆线图。从图1可以看出,当 q_n 为1时,仅存在唯一的对称稳定解。随着北

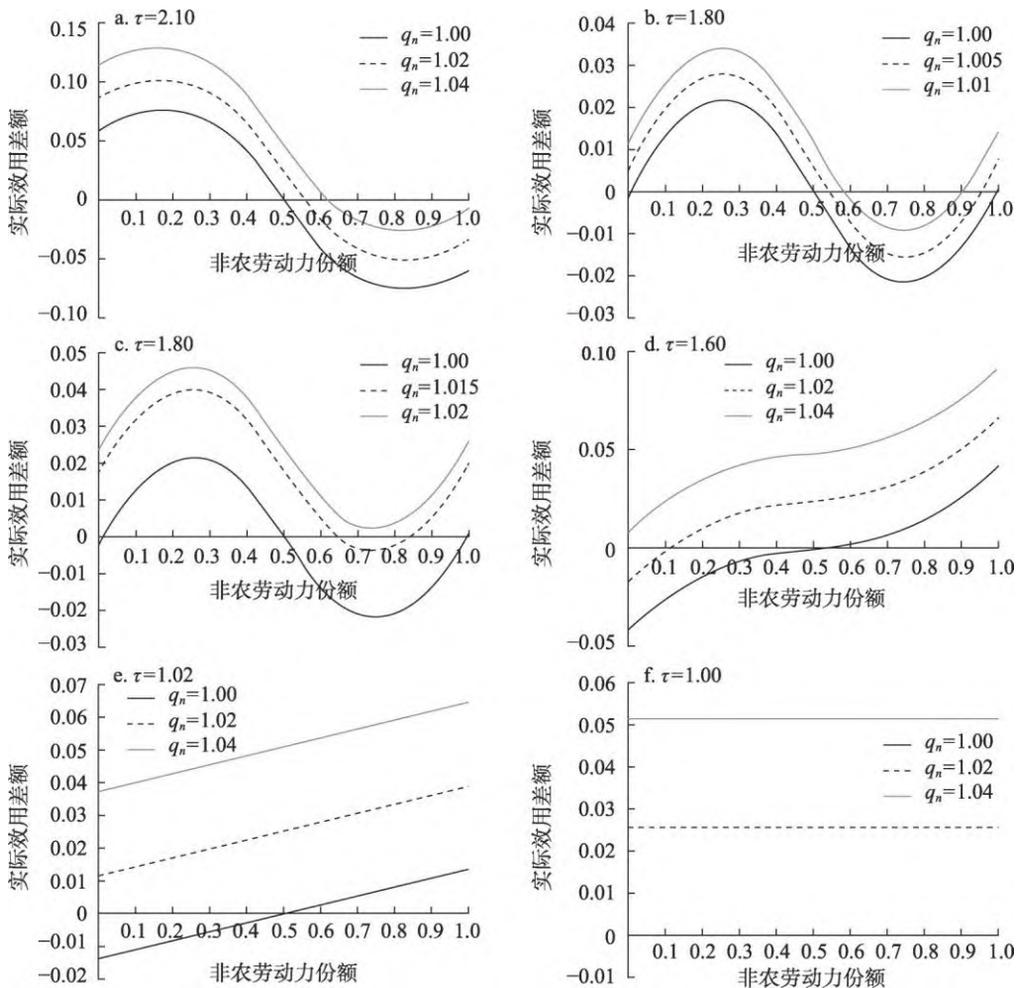


图1 不同货物运输成本下的滚摆线图

Fig. 1 Cycloid chart under different freight transportation costs

部空间品质 q_n 不断提升，滚摆线不断向上移，滚摆线与横轴的交点也从初始对称点不断右移。且这些内部均衡点处的斜率均为负，即内部均衡点为稳定均衡点。以对称分布为分析的起点，随着空间品质差距的扩大，对称分布处北部非农劳动力的效用水平将高于南部非农劳动力的效用水平，非农劳动力逐渐从南部向北部迁移。可见，北部空间品质的改善提升了北部的非农劳动力份额。

货物运输成本较高条件下实现长期均衡时，空间品质较高的北部获得的非农劳动力份额高于空间品质较低的南部；且随着空间品质差距扩大，均衡时北部获得非农劳动力份额将逐渐提高（图1a）。

4.1.2 同时存在内部均衡和核心—边缘结构的情形 图1b为中等货物运输成本（ $\tau=1.8$ ）条件下 q_n 分别为1、1.005和1.01时的滚摆线图。图1c为中等货物运输成本（ $\tau=1.8$ ）， q_n 分别为1、1.015和1.02的情形。从图1b可以看出，当 q_n 为1时，存在3种稳定均衡点：对称均衡、以北部为核心和以南部为核心。随着北部空间品质 q_n 不断提升，滚摆线图开始向上移动，此时开始呈现出两种稳定均衡情形：内部均衡和以北部为核心。以对称分布点为初始情形，当北部空间品质 q_n 提升时，北部非农劳动力效用水平高于南部非农劳动力效

用水平, 于是南部非农劳动力向北部迁移, 北部的非农劳动力份额开始上升。以核心—边缘情形为初始情形, 在 $s_H=0$ 即南部为核心时, 北部非农劳动力效用水平低于南部非农劳动力效用水平, 此时若北部空间品质 q_n 提升, $s_H=0$ 时北部非农劳动力的效用水平高于南部非农劳动力的效用水平, 南部非农劳动力向北部迁移, 故南部为核心的情形不再稳定。同理, 在 $s_H=1$ 即北部为核心时, 北部非农劳动力实际工资高于南部非农劳动力实际工资, 此时若北部空间品质 q_n 提升, 北部非农劳动力的效用水平与南部非农劳动力的效用水平差距进一步扩大, 故北部为核心的情形依然稳定。从图1c可以看出, 随着北部空间品质 q_n 继续由1.015不断上升, 内部稳定均衡点逐渐消失只剩以北部为核心的稳定解。

当处于中等货物运输成本时, 北部空间品质提升使得原本以南部为核心的稳定解变为不稳定从而仅剩两种稳定解情形: 北部非农劳动力份额高于南部的内部稳定均衡解和以北部为核心的稳定解(图1b)。如果北部空间品质 q_n 提升到一定程度, 南部的情形将进一步恶化失去非农劳动力份额, 即内部均衡解消失只剩以北部为核心的稳定解(图1c)。

4.1.3 仅存在核心—边缘结构的情形 图1d为较低货物运输成本($\tau=1.6$), 北部空间品质 q_n 分别为1、1.02和1.04的情形。从图1d可以看出, 当北部空间品质 q_n 为1时, 仅存在两种稳定的核心—边缘解。这是由于货物运输成本下降使得对称分布处分散力小于聚集力, 对称均衡解不再稳定。当北部空间品质 q_n 不断上升时, 滚摆线图逐渐向上移动, 滚摆线与横轴的交点也不断向左移动, 但交点处的斜率为正, 即内部均衡仍不稳定。以核心—边缘处展开分析: ① 在 $s_H=0$ 即南部为核心时, 当北部空间品质 q_n 未能超过某一临界值, q_n 的提升使得北部与南部的非农劳动力实际效用差距不断缩小, 但北部非农劳动力实际效用水平仍低于南部, 因此南部为核心的核心—边缘解仍保持稳定; 当北部空间品质 q_n 超过某一临界值, q_n 的扩大使得北部非农劳动力的实际效用水平反而高于南部, 此时南部为核心的核心—边缘解将不再稳定。② 在 $s_H=1$ 即北部为核心时, 北部空间品质 q_n 的提升使得北部与南部的非农劳动力实际效用差距进一步扩大, 因此北部为核心的核心—边缘解仍保持稳定。

图1e为极低货物运输成本($\tau=1.02$), 北部空间品质 q_n 分别为1、1.02和1.04的情形。从图1e可以看出, 北部空间品质 q_n 为1.02时随着货物运输成本进一步下降(由 $\tau=1.6$ 下降至 $\tau=1.02$), $s_H=0$ 即南部为核心时北部非农劳动力的实际效用水平也会反超南部。因此南部为核心的核心—边缘稳定解不再保持稳定, 仅存在以北部为核心的稳定解。图1f为完全自由贸易($\tau=1$)情形。从图1f可以看出, 存在空间品质差距时, 在任意非农劳动力份额分布下北部非农劳动力的实际效用水平均高于南部非农劳动力, 即仅存在以北部为核心的稳定解。在完全自由贸易情形下, 有 $\omega_{Hs} = \frac{q_s}{q_n} f^{\frac{1}{\sigma}-\mu-1} \omega_{Hn}$ ^④。因此, 当空间品质 $q_n > q_s$

时恒有 $\omega_{Hs} < \omega_{Hn}$ 。

随着货物运输成本的进一步下降即处于较低货物运输成本条件时, 内部稳定均衡将消失从而仅剩分别以北部和南部为核心的核心—边缘稳定解。当北部空间品质超过临界值(图1d)或货物运输成本进一步下降即处于极低货物运输成本条件(图1e)时, 以南部为核心的核心—边缘解将不再稳定, 仅剩以北部为核心的稳定解。而当处于零货物运输成本(即完全自由贸易)条件时, 北部空间品质的一点点提高将很容易出现以北部为核心的稳定解(图1f)。

④ ω_{Hn} 和 ω_{Hs} 分别为北部和南部非农劳动力的实际工资水平, 即 $\omega_{Hn} = P_{Tn}^{-\mu} w_{Hn}$ 、 $\omega_{Hs} = P_{Ts}^{-\mu} w_{Hs}$ 。

4.2 空间品质与核心—边缘结构演变分析

空间均衡路径图是根据上述滚摆线图所揭示的货物运输成本 τ 与长期均衡非农劳动力份额的数值关系所描绘得到的，反映了不同的货物运输成本 τ 取值下的长期均衡解的类型与大小。其中实线表示稳定均衡解，虚线表示不稳定均衡解。不妨记 τ_n 为以北部为核心的解保持稳定的货物运输成本维持点， τ_{sl} 和 τ_{sr} 分别为以南部为核心的解保持稳定的货物运输成本左、右端维持点， τ_s 为当北部和南部的维持点重合时的货物运输成本维持点， τ_b 为内部稳定解突变为核心—边缘稳定解的货物运输成本突破点。

以图2a北部空间品质 $q_n = 1.005$ 时的空间均衡路径图为例，此时实现长期稳定的内部均衡的实线由克鲁格曼核心—边缘模型的直线变为向上弯折的曲线。图2b~2f为北部空间品质 $q_n = 1.005$ 时不同货物运输成本取值范围的滚摆线图。具体分析为：①对于一定范围内的 τ ($\tau_n < \tau < 3$) 仅存在内部均衡稳定解，这对应于图2b情形。当货物运输成本不断从2.4依次下降到2.0时，实现南北地区非农劳动力效用水平相等的内部均衡稳定解也不断增

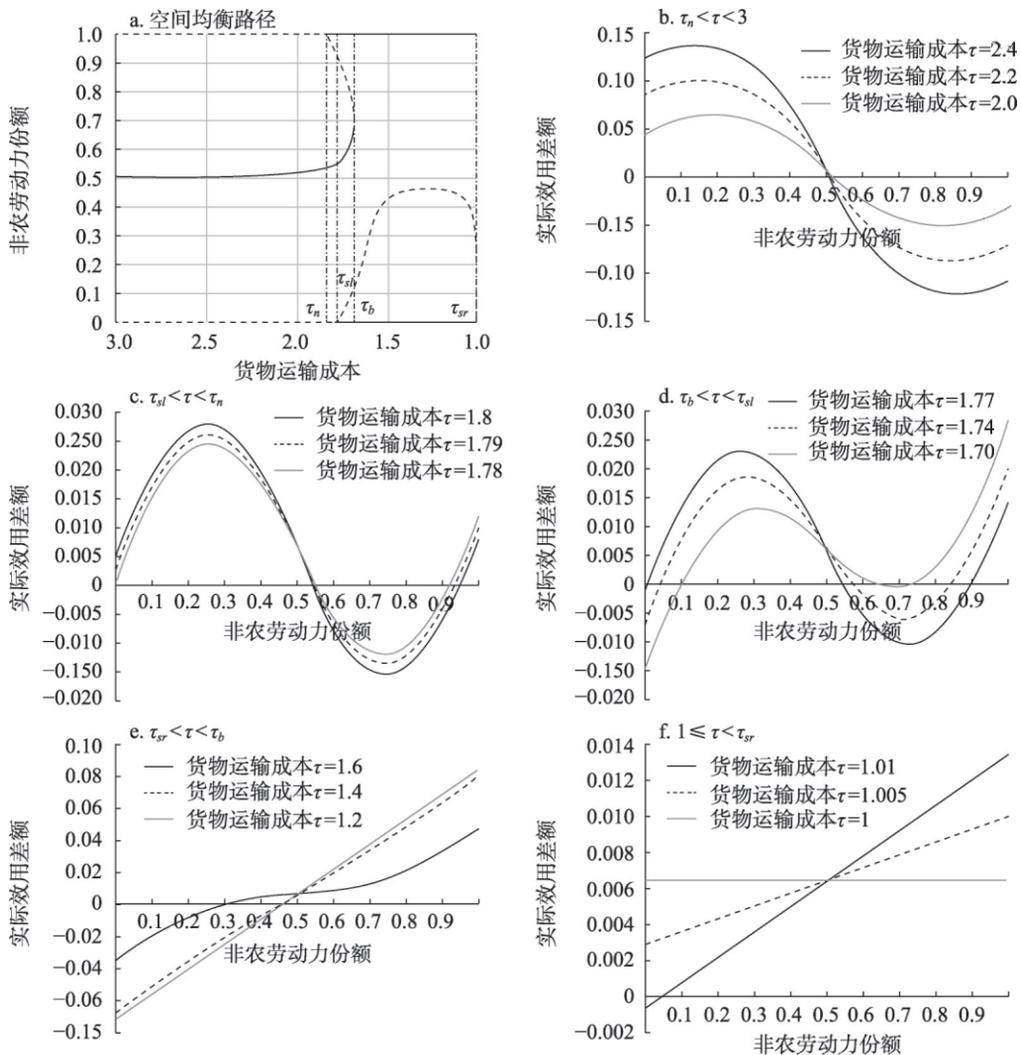


图2 北部空间品质取值为1.005时的空间均衡路径及其滚摆线图

Fig. 2 Spatial equilibrium path and its cycloid chart for northern qualities of space of value of 1.005

大(图2b)。②对于一定范围内的 τ ($\tau_{sl} < \tau < \tau_n$) 则同时存在内部均衡稳定解和以北部为核心的稳定解, 这对应于图2c情形。随着货物运输成本 τ 由2.0继续下降至1.8, $s_H=1$ 处的效用水平差距也由负变为正, 即开始出现以北部为核心的稳定解, 同时内部均衡稳定解继续增大(图2c)。③对于一定范围内的 τ ($\tau_b < \tau < \tau_{sl}$) 则出现3种稳定均衡解, 即以南部为核心的解 ($s_H=0$) 由不稳定变为稳定, 这对应于图2d情形。当 τ 继续由1.8下降至1.77时, $s_H=0$ 处实际效用差距也由正开始变为负, 出现以南部为核心的稳定解。结合图2c的情形可知北部货物运输成本维持点 τ_n 要高于南部货物运输成本维持点 τ_{sl} (图2d)。④对于一定范围内的 τ ($\tau_{sr} < \tau < \tau_b$), 仅存在两种稳定的核心一边缘解, 这对应于图2e情形。当货物运输成本 τ 下降至1.6时, 内部均衡稳定解已经消失, 仅存在分别以北部和南部为核心的稳定解(图2e)。⑤对于一定范围内的 τ ($1 \leq \tau < \tau_{sr}$), 仅存在以北部为核心的稳定解, 这对应于图2f情形。随着货物运输成本的进一步降低, 原本以南部为核心的稳定解再次变得不稳定, 仅剩以北部为核心的稳定解(图2f)。

随着北部空间品质 q_n 的进一步提升, 实现长期稳定内部均衡的向上弯折的曲线将进一步向上移动, 且突破点 τ_b 再次提高(图3)。同时, 实现核心一边缘空间结构的维持点也发生了不对称的变化, 使以北部为核心的解保持稳定的货物运输成本范围将不断扩大而以南部为核心的解保持稳定的货物运输成本取值范围不断缩小直至消失。表2列出了不同北部空间品质 q_n 和货物运输成本取值下实现长期稳定均衡的非农劳动力份额 s_H 值。随着北部空间品质 q_n 的不断提升, 使实现内部稳定均衡或同时存在两种稳定核心一边缘结

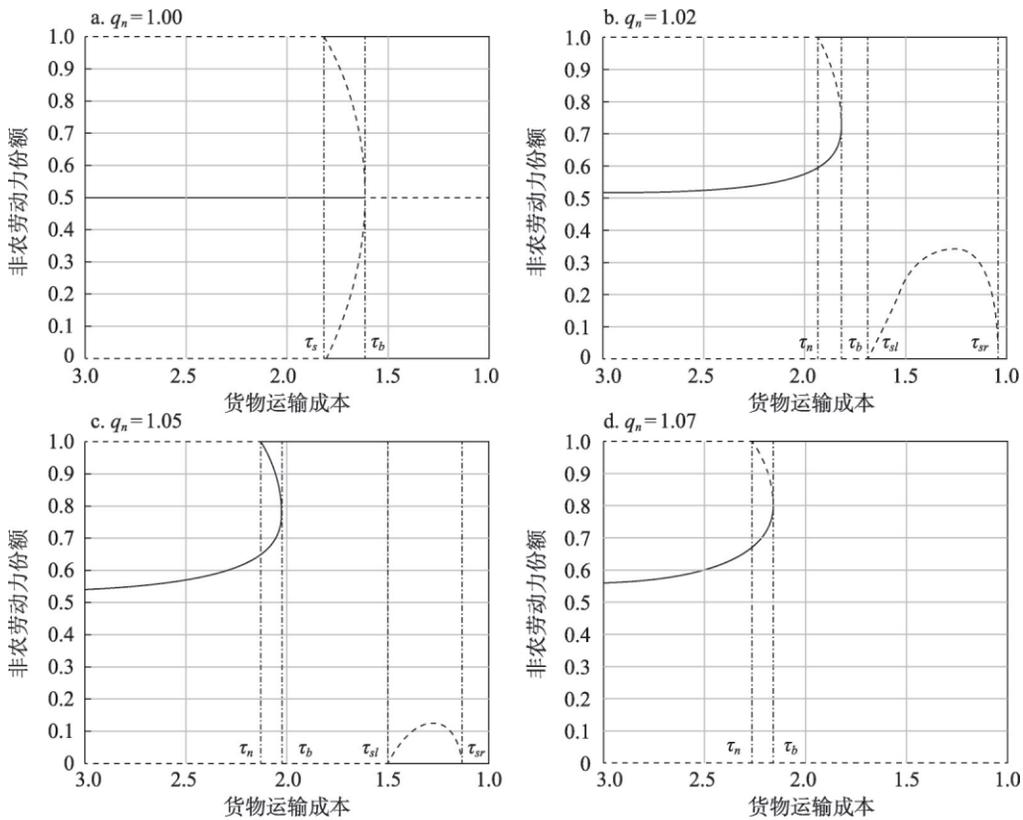


图3 不同北部空间品质取值下的空间均衡路径

Fig. 3 Spatial equilibrium paths under different values of northern qualities of space

表2 非农劳动力份额长期稳定均衡解的类型与大小

Tab. 2 Types and sizes of long-term stable equilibrium solutions for the share of non-agricultural labor force

货物运输成本 τ	北部空间品质 q_n									
	1.00	1.01	1.02	1.03	1.04	1.05	1.06	1.07	1.08	1.09
3.0	0.50	0.51	0.52	0.53	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58
2.8	0.50	0.51	0.52	0.53	0.54	0.55	0.56	0.57	0.58	0.60
2.6	0.50	0.51	0.52	0.53	0.55	0.56	0.57	0.59	0.6	0.62
2.4	0.50	0.51	0.53	0.54	0.56	0.58	0.60	0.62	0.65	0.68、1
2.2	0.50	0.52	0.54	0.56	0.59	0.62	0.66	0.71、1	1	1
2.0	0.50	0.53	0.57	0.61	0.68、1	1	1	1	1	1
1.8	0.5、0、1	0.59、1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.6	0、1	0、1	0、1	0、1	1	1	1	1	1	1
1.4	0、1	0、1	0、1	0、1	0、1	0、1	0、1	1	1	1
1.2	0、1	0、1	0、1	0、1	0、1	0、1	0、1	1	1	1
1.0	0~1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

注：“0”是指南部为核心，“1”是指以北部为核心，“0.5”是指对称结构，“0~1”是指任意非农劳动力份额。

构的货物运输成本取值范围不断缩小，而突破点和以北部为核心的货物运输成本维持点均不断变大，当北部空间品质 q_n 达到1.07后将不再存在以南部为核心的稳定解（表2）。

北部空间品质高于南部空间品质时，实现内部均衡的实线将由克鲁格曼核心—边缘模型的直线变为向上弯折的曲线，同时实现核心—边缘的维持点也发生了不对称的变化，其中北部为核心的维持点 τ_n 高于以南部为核心的维持点 τ_s ，且空间品质差距越大则上述变化越明显。

4.3 新空间经济学核心—边缘模型的基本特征

4.3.1 与克鲁格曼核心—边缘模型不同的基本特征 在克鲁格曼核心—边缘模型中，引起经济活动空间分布变化的主要原因是货物运输成本的变化和预期作用（或外生冲击），且北部和南部呈现出对称性变化。而在引入空间品质的新空间经济学核心—边缘模型中，北部和南部呈现出非对称性变化特征，同时空间品质差异的扩大也是引起经济活动空间分布变化的重要原因。与克鲁格曼核心—边缘模型相比，新空间经济学核心—边缘模型的基本特征差异主要如下：

（1）类突发性聚集。在空间品质不相等情形下，货物运输成本的变化对非农劳动力区位也有影响。货物运输成本的下降使得企业和非农劳动力逐渐向空间品质较高的地区迁移。不同于克鲁格曼核心—边缘模型的突变性聚集，引入空间品质差异后经济的集聚是逐渐产生的（货物运输成本达到突破点前），这就是类突发性聚集。

（2）非对称的维持点。在空间品质不相等情形下，空间品质好的地方更容易形成以自身为核心的稳定解（即形成稳定核心解的货物运输成本取值范围更大，且维持点也更早出现）。而未考虑空间品质差异的克鲁格曼核心—边缘模型，则认为南北分别实现以自身为稳定核心解的货物运输成本取值范围相同。

（3）完全自由贸易时空间并非无差异。当货物运输成本为零即 $\tau=1$ 时，空间品质差异对非农劳动力区位的影响尤其重要，地区间空间品质差距的一点点提升，将导致企业和非农劳动力全部迁移到空间品质更高的地区。而未考虑空间品质差异的克鲁格曼核心—边缘模型则认为，经济活动在空间上的分布是无差异的。

新空间经济学核心—边缘模型的上述特征说明：随着货物运输成本下降，空间品质更高的地区将容易获得优势，从而有着更高的内部均衡结构（即类突发性聚集）或更易

形成稳定的以自身为核心的核心—边缘结构（即非对称的维持点），且空间品质差距越大则上述现象越明显。随着知识经济/数字经济的发展，货物运输成本已大幅下降，此时空间品质较高的地区将成为核心区，而空间品质较差的地区则沦为边缘区（即完全自由贸易时空间并非无差异）。

4.3.2 与克鲁格曼核心—边缘模型一致的基本特征 由于新空间经济学核心—边缘模型在大多数设定方面与克鲁格曼核心—边缘模型保持一致，因此新空间经济学核心—边缘模型仍具有克鲁格曼核心—边缘模型的一些特征。

(1) 循环累积因果关系。引入空间品质差异后的核心—边缘模型也存在与需求关联的循环累积因果关系和与成本关联的循环累积因果关系。因为在这两个核心—边缘模型中，可移动要素和要素所有者不能分离，同时要素移动是根据实际收入水平而不是名义收入。于是流动要素的转移伴随着所有者的转移，因此生产转移带来支出的转移，即市场规模变大，存在与需求关联的循环累积因果关系。反过来，生产转移也必然导致产品种类的增加，而这些必然降低该地的价格指数，因而存在与成本关联的循环累积因果关系。

(2) 区位粘性。当 $\tau_r < \tau < \tau_n$ 时，存在多重稳定的长期均衡。这意味着经济系统受到某种临时冲击或者政策发生变化时，这些对流动要素区位的影响常常是滞后的，也就是说原有区位模式具有很强的黏性，即路径依赖。

(3) 叠加区与自我实现的预期。当 $\tau_b < \tau < \tau_n$ 时，模型存在既有内部稳定均衡结构也有核心—边缘结构的叠加区。因此，流动要素预期的变化，可能导致非农劳动力空间分布格局的变动。

(4) 驼峰状聚集租金。类似克鲁格曼核心—边缘模型，新空间经济学核心—边缘模型的聚集租金也是贸易自由度 ϕ 的凹函数。以北部为核心区为例展开计算北部非农劳动力效用水平与南部潜在非农劳动力效用水平的比值，并对此比值取对数，则有：

$$\ln \frac{q_n \phi^{\frac{\sigma\mu}{1-\sigma}}}{q_s f^{1-\sigma+\sigma\mu} \left(\phi \frac{1+\mu}{2} + \frac{1-\mu}{2\phi} \right)} = \ln \frac{\phi^{\frac{\sigma\mu}{1-\sigma}}}{\phi \frac{1+\mu}{2} + \frac{1-\mu}{2\phi}} + \ln \frac{q_n}{q_s} - \ln f^{1-\sigma+\sigma\mu}。根据克鲁格曼核心—边缘$$

模型的结论可知 $\ln \frac{\phi^{\frac{\sigma\mu}{1-\sigma}}}{\phi \frac{1+\mu}{2} + \frac{1-\mu}{2\phi}}$ 是关于 ϕ 的凹函数，因此 $\ln \frac{q_n \phi^{\frac{\sigma\mu}{1-\sigma}}}{q_s f^{1-\sigma+\sigma\mu} \left(\phi \frac{1+\mu}{2} + \frac{1-\mu}{2\phi} \right)}$ 也是

贸易自由度 ϕ 的凹函数。

从模型特征看，新空间经济学核心—边缘模型仍保留着一些原有特征如循环累积因果关系、区位粘性、叠加区与自我实现的预期和驼峰状聚集租金，但同时也出现新的特征如类突发性聚集、非对称的维持点和完全自由贸易时空间并非无差异。

5 空间品质差距来源分解

根据上述新空间经济学核心—边缘模型研究结论可知非农劳动力要素倾向于流向空间品质较高的地区，且空间品质差距越大则有利于形成以空间品质较高的地区为核心的空间结构。但是空间品质差距又是如何决定和变动的？本文基于市场潜能度量方法^[42]来衡量一个地区的空间品质，即一个地区的空间品质可以用其邻近地区的便利设施的加权平均和来衡量，权数与旅行成本成反比关系。以两区域模型为例，其空间品质度量方法

具体设定为： $q_n = \frac{A_n}{D_{mm}} + \frac{A_s}{D}$ 、 $q_s = \frac{A_n}{D} + \frac{A_s}{D_{ss}}$ 。其中， q_n 、 q_s 分别为北部和南部的空间品质， A_n 、 A_s 分别为北部和南部的便利设施， D_{mm} 、 D_{ss} 分别为北部和南部内部的区内旅行成本， D 为区域间的区际旅行成本。值得注意的是，新空间经济学中的旅行成本与传统空间经济学中强调的货物运输成本、迁移成本和通勤成本等概念不同。具体区别为：① 货物运输成本强调的运输对象为产品，其成本大小影响产品的跨区销售价格，而旅行成本强调的运输对象均为居民，并不直接影响产品跨区销售价格。② 通勤成本侧重于居民在城市内部上下班往返的时间机会成本或货币成本，而区内旅行成本侧重于居民消费本地不可贸易品的时间机会成本，反映本地居民消费本地不可贸易品的难易程度。③ 迁移成本即居民从一个地区迁移定居到另一地区时所需要花费的成本，反映了劳动力空间流动的难易程度，而区际旅行成本则是居民跨区消费异地不可贸易品的时间机会成本，反映了本地居民消费其他地区不可贸易品的难易程度。以 $q_n > q_s$ 情形为例，两地区空间品质距离（差异）为：

$$q = q_n - q_s = \frac{A_n}{D_{mm}} + \frac{A_s}{D} - \frac{A_n}{D} - \frac{A_s}{D_{ss}} \quad (28)$$

5.1 便利设施对空间品质差距的影响

5.1.1 北部便利设施 对式(28)就 A_n 求导得到 $\frac{\partial q}{\partial A_n} = \frac{1}{D_{mm}} - \frac{1}{D}$ 。故 $\frac{\partial q}{\partial A_n}$ 的符号方向取决于北部区内旅行成本 D_{mm} 与区际旅行成本 D 的大小比较。具体而言^⑤：① 当 $D_{mm} < D$ 时，有 $\frac{\partial q}{\partial A_n} > 0$ ，即北部区内旅行成本 D_{mm} 小于区际旅行成本 D 时，北部便利设施 A_n 提高会扩大区域间空间品质差距，非农劳动力将由南部迁往北部，北部非农劳动力份额提高。② 当 $D_{mm} > D$ 时，有 $\frac{\partial q}{\partial A_n} < 0$ ，即北部区内旅行成本 D_{mm} 大于区际旅行成本 D 时，北部便利设施 A_n 提高会缩小区域间空间品质差距，非农劳动力将由北部迁往南部，北部非农劳动力份额下降。

5.1.2 南部便利设施 对式(28)就 A_s 求导得到 $\frac{\partial q}{\partial A_s} = \frac{1}{D} - \frac{1}{D_{ss}}$ 。故 $\frac{\partial q}{\partial A_s}$ 的符号方向取决于南部区内旅行成本 D_{ss} 与区际旅行成本 D 的大小对比。具体而言：① 当 $D_{ss} < D$ 时，有 $\frac{\partial q}{\partial A_s} < 0$ ，即南部区内旅行成本 D_{ss} 小于区际旅行成本 D 时，南部便利设施 A_s 提高会缩小区域间的空间品质差距，非农劳动力将由北部迁往南部，北部非农劳动力份额下降。② 当 $D_{ss} > D$ 时，有 $\frac{\partial q}{\partial A_s} > 0$ ，即南部区内旅行成本 D_{ss} 大于区际旅行成本 D 时，南部便利设施 A_s 提高会扩大区域间空间品质差距，非农劳动力将由南部迁往北部，北部非农劳动力份额提高。

当区内旅行成本小于区际旅行成本时，区内便利设施水平的改善使得本地区非农劳动力份额提高，而区外便利设施水平改善则使得本地区非农劳动力份额下降；反之，当区内旅行成本高于区际旅行成本时，区内便利设施水平的改善使得本地区非农劳动力份额下降，而区外便利设施水平的改善使得本地区非农劳动力份额提高。

5.2 旅行成本对空间品质差距的影响

5.2.1 北部区内旅行成本 对式(28)就 D_{mm} 求导得到 $\frac{\partial q}{\partial D_{mm}} = -\frac{A_n}{D_{mm}^2} < 0$ ，即北部区内旅行成

⑤ 北部区内旅行成本与区际旅行成本相等情形意味着北部便利设施对空间品质差距没有影响。因此，为简化分析，本文将重点讨论偏导数为正或负的情形，下文同。

本 D_m 的降低会提高北部空间品质从而扩大了空间品质差距, 非农劳动力将由南部迁往北部从而北部非农劳动力份额提高; 反之北部区内旅行成本 D_m 提高则使得区域间空间品质差距缩小, 非农劳动力将由北部迁往南部从而北部非农劳动力份额下降。

5.2.2 南部区内旅行成本 对式(28)就 D_{ss} 求导得到 $\frac{\partial q}{\partial D_{ss}} = \frac{A_s}{D_{ss}^2} > 0$, 南部区内旅行成本 D_{ss} 的降低会提高南部空间品质从而缩小了空间品质差距, 非农劳动力将由北部迁往南部, 北部非农劳动力份额下降; 反之南部区内旅行成本 D_{ss} 的提高则使得区域间空间品质差距扩大, 非农劳动力将由南部迁往北部从而北部非农劳动力份额提高。

5.2.3 区际旅行成本 对式(28)就 D 求导得到 $\frac{\partial q}{\partial D} = \frac{1}{D^2} (A_n - A_s)$, 故 $\frac{\partial q}{\partial D}$ 的符号方向取决于北部便利设施 A_n 与南部便利设施 A_s 的大小对比。具体而言: ① 当 $A_n > A_s$ 时, 有 $\frac{\partial q}{\partial D} > 0$, 即区际旅行成本下降将会缩小空间品质差距, 非农劳动力将由北部迁往南部, 北部非农劳动力份额下降; 反之区际旅行成本上升则使得空间品质差距扩大, 非农劳动力将由南部迁往北部从而北部非农劳动力份额提高。② 当 $A_n < A_s$ 时, 有 $\frac{\partial q}{\partial D} < 0$, 即区际旅行成本下降将会扩大空间品质差距, 非农劳动力将由南部迁往北部从而北部非农劳动力份额提高; 反之区际旅行成本上升则使得空间品质差距缩小, 非农劳动力将由北部迁往南部从而北部非农劳动力份额下降。

本地区内旅行成本下降有利于提高本地区非农劳动力份额, 而外地区内旅行成本下降则使得本地区非农劳动力份额下降。当本地便利设施高于外地便利设施水平时, 降低区际旅行成本将使得本地区非农劳动力份额下降; 反之当本地便利设施低于外地便利设施水平时, 降低区际旅行成本有利于提高本地区非农劳动力份额。

6 总结与政策启示

本文基于新空间经济理论构建一个包含空间品质及其品质溢价效应的核心—边缘模型, 以分析不同外生空间品质差距水平下经济活动集聚过程特征, 并根据空间品质的内涵以分解区域间空间品质差距, 探讨因区内与区际间旅行时间成本、区内与区外便利设施水平的变化所引致的具有异质性特征的经济地理演变规律。本文主要结论有:

(1) 当两地区空间品质相等时, 克鲁格曼核心—边缘模型和新空间经济学核心—边缘模型得到相同的长期均衡稳定解, 即上述两种核心—边缘模型的长期均衡演变规律相同。

(2) 当两地区空间品质不相等(假设北部空间品质高于南部空间品质)时, 实现内部均衡的实线将由克鲁格曼核心—边缘模型的直线变为向上弯折的曲线, 同时实现核心—边缘空间结构的维持点也发生了不对称的变化, 其中北部为核心的维持点高于以南部为核心的维持点, 且空间品质差距越大则上述变化越明显。

(3) 从模型特征看, 新空间经济学核心—边缘模型仍保留着一些原有特征如循环累积因果关系、区位粘性、叠加区与自我实现的预期和驼峰状聚集租金, 但同时也出现新的特征如类突发性聚集、非对称的维持点和完全自由贸易时空间并非无差异。

(4) 当区内旅行成本小于区际旅行成本时, 区内便利设施水平的改善使得本地区非农劳动力份额提高, 而区外便利设施水平改善则使得本地区非农劳动力份额下降; 反之, 当区内旅行成本高于区际旅行成本时, 区内便利设施水平的改善使得本地区非农劳动力份额下降, 而区外便利设施水平的改善使得本地区非农劳动力份额提高。

(5) 本地区内旅行成本下降有利于提高本地区非农劳动力份额, 而外地区内旅行成本下降则使得本地区非农劳动力份额下降。当本地便利设施高于外地便利设施水平时, 降低区际旅行成本将使得本地区非农劳动力份额下降; 反之, 当本地便利设施低于外地便利设施水平时, 降低区际旅行成本有利于提高本地区非农劳动力份额。

受研究结论启发, 未来促进区域高质量协调可以侧重以下几个方面: ① 认识空间品质对高素质劳动力空间区位的影响作用, 人才是实现区域高质量发展的关键, 各地可通过丰富空间品质数量、提升空间品质质量和改善交通基础设施来打造高品质城市, 从而吸引并留住人才。② 把握缩小空间品质差距的理论逻辑, 因地制宜改善空间品质水平, 结合不同城市的自身特点, 统筹考虑各城市经济发展的差异性, 补齐不同种类的空间品质短板。③ 重视空间品质的区域一体化建设, 提升空间品质时应注重“点”与“面”结合, 关注城市自身空间品质建设的同时也要考虑到邻近地区的需要, 避免区域间因空间品质差距过大形成的核心—边缘结构, 从而损害整体经济效率。

在本文模型基础上, 还有可以值得进一步拓展的方向。如比照新经济地理学研究路径, 通过引入中间投入品生产来构建新空间经济垂直联系模型, 抑或引入创意阶层部门来构建一个整合集聚与增长的新空间经济模型, 或构建一个基于线性效用函数的新空间经济模型从而获得可解析解。此外, 模型还可以引入产业舒适度进行更深入的讨论, 并结合人才的就业异质性偏好, 进一步丰富现有的研究成果。

参考文献(References)

- [1] Yang Kaizhong. On theories and development approaches of dual regional structure. *Acta Geographica Sinica*, 1992, 47(6): 499-506. [杨开忠. 二元区域结构理论的探讨. *地理学报*, 1992, 47(6): 499-506.]
- [2] Chen Peiyang, Zhu Xigang. Regional inequalities in China at different scales. *Acta Geographica Sinica*, 2012, 67(8): 1085-1097. [陈培阳, 朱喜钢. 基于不同尺度的中国区域经济差异. *地理学报*, 2012, 67(8): 1085-1097.]
- [3] Guo Q ingbin, Zhang Zhonghua. Spatial-temporal evolution of factors aggregating ability in urban agglomeration in the middle reaches of the Yangtze River. *Acta Geographica Sinica*, 2017, 72(10):1746-1761. [郭庆宾, 张中华. 长江中游城市群要素集聚能力的时空演变. *地理学报*, 2017, 72(10): 1746-1761.]
- [4] Zhang Baifa, Miao Changhong, Ran Zhao, et al. Economic differences among counties in the Yellow River Basin from the core-periphery perspective. *Acta Geographica Sinica*, 2023,78(6):1355-1375. [张佰发, 苗长虹, 冉钊, 等. 核心—边缘视角下的黄河流域县域经济差异研究. *地理学报*, 2023,78(6): 1355-1375.]
- [5] Friedmann J R. *Regional Development Policy: A Case Study of Venezuela*. Cambridge: MIT Press, 1966.
- [6] Krugman P. Increasing returns and economic geography. *Journal of Political Economy*, 1991, 99(3): 483-499.
- [7] Desmet K, Rossi-Hansberg E. Spatial development. *American Economic Review*, 2014, 104(4): 1211-1243.
- [8] Fajgelbaum P D, Redding S J. External integration, structural transformation and economic development: Evidence from argentina 1870-1914. NBER Working Paper 20217, 2014.
- [9] Grogger J, Hanson G H. Income maximization and the selection and sorting of international migrants. *Journal of Development Economics*, 2011, 95(1): 42-57.
- [10] Kennan J, Walker J R. The effect of expected income on individual migration decisions. *Econometrica*, 2011, 79(1): 211-251.
- [11] Busso M, Gregory J, Kline P. Assessing the incidence and efficiency of a prominent place based policy. *American Economic Review*, 2013, 103(2): 897-947.
- [12] Allen T, Arkolakis C. Trade and the topography of the spatial economy. *The Quarterly Journal of Economics*, 2014, 129(3): 1085-1140.
- [13] Krugman P, Venables A J. Globalization and the inequality of nations. *The Quarterly Journal of Economics*, 1995, 110(4): 857-880.
- [14] Rossi-Hansberg E. A spatial theory of trade. *American Economic Review*, 2005, 95(5): 1464-1491.
- [15] Ahlfeldt G M, Redding S J, Sturm D M, et al. The economics of density: Evidence from the Berlin Wall. *Econometrica*,

- 2015, 83(6): 2127-2189.
- [16] Waugh M E. International trade and income differences. *American Economic Review*, 2010, 100(5): 2093-2124.
- [17] Allen T, Arkolakis C, Takahashi Y. Universal gravity. *Journal of Political Economy*, 2020, 128(2): 393-433.
- [18] Caliendo L, Dvorkin M, Parro F. Trade and labor market dynamics: General equilibrium analysis of the China trade shock. *Econometrica*, 2019, 87(3): 741-835.
- [19] Morten M, Oliveira J. Paving the way to development: Costly migration and labor market integration. *National Bureau of Economic Research*, 2016.
- [20] Desmet K, Nagy D K, Rossi-Hansberg E. The geography of development. *Journal of Political Economy*, 2018, 126(3): 903-983.
- [21] Brinkman J C. Congestion, agglomeration, and the structure of cities. *Journal of Urban Economics*, 2016, 94: 13-31.
- [22] Desmet K, Rossi-Hansberg E. Urban accounting and welfare. *American Economic Review*, 2013, 103(6): 2296-2327.
- [23] Behrens K, Mion G, Murata Y, et al. Spatial frictions. *Journal of Urban Economics*, 2017, 97: 40-70.
- [24] Gaubert C. Firm sorting and agglomeration. *American Economic Review*, 2018, 108(11): 3117-3153.
- [25] Lucas R E, Rossi-Hansberg E. On the internal structure of cities. *Econometrica*, 2002, 70(4): 1445-1476.
- [26] Duranton G, Puga D. Micro-foundations of urban agglomeration economies//*Handbook of Regional and Urban Economics*. Elsevier, 2004, 4: 2063-2117.
- [27] Ellison G, Glaeser E L, Kerr W R. What causes industry agglomeration? Evidence from coagglomeration patterns. *American Economic Review*, 2010, 100(3): 1195-1213.
- [28] Comin D A, Dmitriev M, Rossi-Hansberg E. The spatial diffusion of technology. *National Bureau of Economic Research*, 2012.
- [29] Yang Kaizhong. The new logic of Beijing-Tianjin-Hebei coordinated development: Local quality-driven development. *Economy and Management*, 2019, 33(1): 1-3. [杨开忠. 京津冀协同发展的新逻辑: 空间品质驱动型发展. *经济与管理*, 2019, 33(1): 1-3.]
- [30] Yang Kaizhong. The evolution of urban planning theory and method in New China in the past 70 years. *Journal of Management World*, 2019, 35(12): 17-27. [杨开忠. 新中国70年城市规划理论与方法演进. *管理世界*, 2019, 35(12): 17-27.]
- [31] Lu Hongyou, Wen Jie, Xu Wenli. Study on the effects of climate change on Chinese mouth flow. *Hubei Social Sciences*, 2017(2): 77-84. [卢洪友, 文洁, 许文立. 气候变化对中国人口流动的效应研究. *湖北社会科学*, 2017(2): 77-84.]
- [32] Zabel J E. Migration, housing market, and labor market responses to employment shocks. *Urban Economics*, 2012, 72: 267-284.
- [33] Gao Bo, Chen Jian, Zou Linhua. Housing price' regional differences, labor mobility and industrial upgrading. *Economic Research Journal*, 2012, 47(1): 66-79. [高波, 陈健, 邹琳华. 区域房价差异、劳动力流动与产业升级. *经济研究*, 2012, 47(1): 66-79.]
- [34] Hou Huili. The difference of urban public service supply and its influence on population movement. *Chinese Journal of Population Science*, 2016, 172(1): 118-125, 128. [侯慧丽. 城市公共服务的供给差异及其对人口流动的影响. *中国人口科学*, 2016, 172(1): 118-125, 128.]
- [35] Du Min, Liu Changquan. Agglomeration economies, migration and cities' growth. *Population & Economics*, 2014(6): 44-56. [杜旻, 刘长全. 集聚效应、人口流动与城市增长. *人口与经济*, 2014(6): 44-56.]
- [36] Dong Yaning, Gu Yun, Chen Wei, et al. Local quality, labor location and regional innovation-driven development: Based on new spatial economics. *Northwest Population Journal*, 2020, 41(4): 47-57. [董亚宁, 顾芸, 陈威, 等. 空间品质、劳动力区位与区域创新发展: 基于新空间经济学理论. *西北人口*, 2020, 41(4): 47-57.]
- [37] Dong Yaning, Gu Yun, Yang Kaizhong, et al. Public services, city size and talent location: Based on new space economics theory. *Science & Technology Progress and Policy*, 2021, 38(1): 132-139. [董亚宁, 顾芸, 杨开忠, 等. 公共服务、城市规模与人才区位: 基于新空间经济学理论的分析. *科技进步与对策*, 2021, 38(1): 132-139.]
- [38] Yang Kaizhong, Gu Yun, Dong Yaning. Qualities of space, talent location and human capital growth: Based on new spacial economics. *Systems Engineering: Theory & Practice*, 2021, 41(12): 3065-3078. [杨开忠, 顾芸, 董亚宁. 空间品质、人才区位与人力资本增长: 基于新空间经济学. *系统工程理论与实践*, 2021, 41(12): 3065-3078.]
- [39] Yang Kaizhong, Fan Bokai, Dong Yaning. Qualities of space, innovation, and productivity of Chinese cities. *Business Management Journal*, 2022, 44(1): 47-64. [杨开忠, 范博凯, 董亚宁. 空间品质、创新活力与中国城市生产率. *经济管理*, 2022, 44(1): 47-64.]

- [40] Clark T N, Lloyd R, Wong K K, et al. Amenities drive urban growth. *Journal of Urban Affairs*, 2002, 24(5): 493-515.
- [41] Yang Kaizhong, Liu Wei, Dong Yaning, et al. New logic of regional economic development: New spatial economics including travel costs. *The Journal of World Economy*, 2024, 47(1): 30-56. [杨开忠, 刘威, 董亚宁, 等. 区域经济发展新逻辑: 纳入旅行成本的新空间经济学. *世界经济*, 2024, 47(1): 30-56.]
- [42] Harris C D. The market as a factor in the localization of industry in the United States. *Annals of the American Association of Geographers*, 1954(4): 315-348.

Economic geography core-periphery model based on qualities of space

YANG Kaizhong^{1,2}, LIU Wei¹, DONG Yaning², LIU Anguo¹

(1. School of Applied Economics, UCASS, Beijing 102488, China;

2. Research Institute for Eco-civilization, CASS, Beijing 100710, China)

Abstract: With the transformation of the economy from material product reproduction to data, information, knowledge, and intelligent reproduction, the Krugman Core-Periphery Model, which focuses on traditional tangible material product factors, is no longer able to systematically explain the phenomenon of spatial agglomeration of economic activities and the mechanism of talent regional migration in China. This article constructs a new core-periphery model based on the theory of new spatial economics, which includes qualities of space and its premium effect. The study finds that: Firstly, the new model has new characteristics such as quasi-burst aggregation, asymmetric maintenance points, and spatial differences in completely free trade; Secondly, non-agricultural labor tends to be in areas with higher qualities of space, and the larger the gap in qualities of space, the more obvious the trend of mobility; Thirdly, narrowing the gap in qualities of space requires comprehensive consideration of various factors such as the level of convenience facilities in each region and the cost of intra-regional and inter-regional travel. The research results indicate that promoting high-quality and coordinated regional development in the future requires a scientific understanding of the impact of qualities of space on the spatial location of economic activities. It is necessary to grasp the theoretical logic of narrowing the gap in qualities of space and attach importance to regional integration construction of qualities of space.

Keywords: core-periphery model; new spatial economics; qualities of space; quality premium effect; economic geography