

集聚与分散：新经济地理学模型与城市内部空间结构、外部规模经济效益的整合研究

陈良文 杨开忠*

摘要 本文将城市内部空间结构和外部规模经济效益同时整合到标准的新经济地理学模型框架之中。模型的结论显示，作为重要分散力量的城市内部通勤成本和作为重要集聚力量的马歇尔外部规模经济效益都对经济活动的集聚程度有重要的影响，引入这两个因素使得模型更加接近经济现实。此外，模型的数值模拟结果显示，在引入外部规模经济效益后，即使运输成本为零，经济活动完全集聚在某一地区也可能是稳定均衡；同时，城市内部通勤成本确实会降低经济活动的集聚程度。

关键词 新经济地理学，外部规模经济效益，城市内部空间结构，通勤成本

一、问题的提出

对经济活动空间集聚现象的解释长期以来一直是城市与区域经济学及其相关学科的核心任务之一，但长期以来，受微观经济学发展、数学工具、计算机模拟技术等限制，对经济集聚现象的解释一直没有很好地模型化。无论是 Thunen (1826) 的农业区位模型还是 Alonso (1964) 的土地租金模型，都是在给定经济活动中存在一个中心之后，再分析经济活动的空间特征，实际上都是在非均质空间下进行的分析，无法解释在均质空间中为什么会产生经济向中心集聚的现象。20世纪70年代以来，随着微观经济学、公共经济学、计算机模拟技术、运筹学等的发展，城市与区域经济学领域涌现出了一大批解释经济集聚现象的理论模型，形成了一个新的学术高潮。由于导致经济空间集聚的机制是多种多样的，不同的理论模型从不同的机制着手进行解释，但最终的结论都是，即使是在均质空间下，经济自身的力量也会导致经

* 北京大学政府管理学院。通讯作者及地址：陈良文，北京大学畅春新园学生公寓1号楼209室，100871；电话：(010)52763251；E-mail: chlwl1982@163.com。本文受到国家自然科学基金重点项目“我国区域城镇化管理的系统研究”(项目资助号：70433002)资助。作者感谢张庆华博士的有益讨论和修改意见，感谢谢雯博士在数值模拟方面的讨论和建议，还要感谢两位匿名审稿人详细的评论和意见。文责自负。

济活动空间分布的不均衡性。其中, Krugman (1991a) 等经济学家发展出的新经济地理学具有一定的代表性。

Krugman (1991a) 较早地将 Dixit and Stiglitz (1977) 的垄断竞争模型应用于区域经济学领域, 提出了新经济地理学模型的基本框架。其模型的核心集聚力量是消费者对商品的多样性偏好、地区之间运输成本以及厂商内部规模经济同时构成的金融外部性 (Pecuniary Externalities), 其模型基本的集聚原理为: 集聚在一个区域的厂商越多, 当地生产的产品种类越多, 在消费者多样性偏好和正的运输成本假设之下, 这意味着该地区工业品价格指数更低, 这样有更多的工人被吸引到这个区域; 工人数量的增加, 形成了对差异产品的更大需求, 吸引了更多的厂商搬迁到该地区, 这样最终会形成经济活动的非均衡分布、出现经济活动的中心—边缘格局。在 Krugman 之后, M. Fujita, A. Venables, G. Ottaviano, D. Puga 等对新经济地理学基本模型做了进一步的拓展, 并出现了一批针对新经济地理学模型的实证研究 [Davis and Weinstein (1996, 1999), Hanson (1997, 1998) 等]。

虽然新经济地理学模型对经济活动空间集聚现象具有较好的解释力, 但由于新经济地理学模型仅关注地区之间的运输成本, 而把各地区(城市)自身视为一个个的点, 忽视各地区(城市)内部的空间结构、通勤成本以及土地市场, 实际上, 城市内部空间结构对经济的集聚程度会有比较大的影响, 城市内部的通勤成本、高房价、环境污染等一般被视为导致集聚不经济的因素, 显然, 新经济地理学模型完全忽视此类因素不尽合理。

与此同时, 新经济地理学模型所反映的集聚机制仅仅是金融外部性, 忽视了其他类型的外部规模经济, 特别是厂商之间的外部规模经济效应。而实际上, 自马歇尔以来, 知识外溢等外部规模经济效应一直为集聚经济的相关研究所重视, 显然, 新经济地理学模型对此的忽视与经济现实并不吻合。

正是由于新经济地理学模型面临上述非常关键的两类缺陷, 因此, 将城市内部空间结构和其他类型的集聚机制整合入新经济地理学模型框架便显得尤为必要。

对于第一类整合, 目前已有一些学者进行了非常有益的尝试。Helpman (1995) 较早地在新经济地理学模型中引入住宅消费, 但并没有对城市内部空间结构进行全面考虑。Brackman *et al.* (1996) 将不同企业之间的拥挤效应引入新经济地理学模型当中, 虽然没有考察城市内部的空间结构, 但通过引入拥挤效应将经济中的分散力量纳入模型框架之中, 修正了标准的新经济地理学模型。Tabuchi (1998) 将 Krugman 的模型和 Aloson 的土地租金模型进行了较为全面的整合, 在新经济地理学模型框架中引入了城市内部的通勤成本和住宅消费, 将消费者的多样性偏好视为经济的集聚力量, 而将城市内部通勤成本和住宅消费视为分散力量, 模型结论显示经济活动的集聚程度会低

于 Krugman 的标准模型，且当地区间运输成本趋于零时，无论模型中的参数如何赋值，经济活动在两个地区之间的平均分布即分散状态是长期均衡。最近，Anas (2002) 将城市内部空间结构纳入新经济地理学模型的框架，并考察了最优城市规模，模型的结论显示，随着城市总人口规模的增加，最优的城市规模不断缩小，即经济的集聚程度不断降低，最终会趋向于所有的经济活动将会完全的分散，每个企业将会单独的布局在一个地区，Anas 将此过程称为逆集聚 (De-agglomeration) 过程。显然，Tabuchi (1998) 和 Anas (2002) 模型的结论都与现实经济世界并不相符：各国的经济现实表明，随着地区间运输成本的降低和城市总人口规模的增加，城市的数量和平均规模都不断上升，特别是特大型城市的数量和规模在近一个世纪以来取得显著增长，经济活动不断趋于集聚而非趋于分散。在经济理论模型与经济现实的悖论之下，Anas (2002) 等认为新经济地理学模型过于强调消费者多样性偏好这一单一的集聚机制是导致这一问题的根本原因，因此新经济地理学模型面临着被推翻的困境。

在新经济地理学模型发展的同时，很多学者根据不同的经济集聚机制，构建了多种多样的集聚经济模型，包括基于知识外溢的集聚经济模型、基于中间投入品的集聚经济模型、基于劳动力市场供需匹配的集聚经济模型、基于消费过程中不完全信息的集聚经济模型等。¹ 但截至目前，在新经济地理学模型框架中引入其他类型集聚的研究尚没有取得令人满意的进展，Krugman and Venables (1995)，Venables (1996) 等的研究虽然考虑了最终产品部门与中间投入部门之间的上下游联系，但实际上是将消费者的多样性偏好替代为最终产品部门对中间投入品的多样性偏好，反映的仍然只是一类集聚机制。而将城市内部空间结构、其他类型的集聚机制同时纳入新经济地理学的整合研究更是尚未取得进展。

针对新经济地理学模型存在的两类问题，本文尝试性地将城市内部空间结构和马歇尔外部规模经济效应同时纳入新经济地理学模型的框架之中，前者作为经济的分散力量引入，后者作为新的集聚力量引入，以使模型更加符合经济现实。本文接下来的部分安排如下：第二部分构建整合模型的基本框架，第三部分对模型的结果进行定性分析，第四部分是进行数值模拟，第五部分为本文的结论。

¹ 对集聚经济模型的综述参见 Duranton and Puga (2004) 或参考陈良文和杨开忠 (2006)。

二、模 型

(一) 消费

假设经济中存在两个区域,每个区域内有一个城市,且城市存在一个给定的中心地区(CBD),CBD占地面积很小,因此可以视为一个点。经济中存在制造业和农业两类产业,所有制造业企业集中于CBD地区,农业生产在城市边界之外。城市工人是同质的,且居住在CBD的周围地区,工人支付通勤成本赴CBD地区上班,工人可以在两区域之间自由流动,但农民不可自由流动。

相对于传统的新经济地理学模型而言,本研究考虑了城市的内部空间结构,即城市内部还分为CBD和居住地区,工人不仅消费制造业产品和农业产品,还消费住房,工人要从居住地到CBD地区上班,必须支付通勤成本,这一框架是标准的Aloso(1964)式单中心城市内部空间结构框架。

农业产品可以在地区之间自由流动,不需要运输成本。采用冰山交易技术衡量制造业产品在地区间的运输成本,即将1单位产品从一个区域运送到另一个区域,只有 $\tau \in [0, 1]$ 单位的产品能够到达目的地,运送过程中消耗的部分即为运输成本,因此 $1/\tau$ 是地区之间的运输成本,如果本地产品的价格为 p_{i1} ,则运输到另一地区后价格变为 p_{i1}/τ 。制造业产品在一个地区内运输的运输成本为零。

代表性工人的效用函数由如下形式给出:

$$U = M^\mu S^\gamma A^{1-\mu-\gamma}, \quad \mu + \gamma < 1. \quad (1)$$

其中, S 表示工人的住房面积, A 表示工人对农业产品的消费, M 表示工人对制造业产品消费,其表达式为CES函数形式:

$$M = \left(\sum_i^N c_i^{(\delta-1)/\delta} \right)^{\delta/(\delta-1)}, \quad (2)$$

其中, c_i 表示消费者对第 i 类制造业产品的消费量, $\delta \geq 1$ 是各类制造业产品之间的替代弹性, N 是所有制造业产品的种类,CES形式的效用函数表明了消费者对制造业产品存在多样化偏好。

假设农业产品为计价单位,其价格标准化为1,第 i 类制造业产品的价格为 p_i ,距离CBD地区为 k 处的地租水平为 $r(k)$ 、向CBD地区的通勤成本为 $T(k)$,地区1代表性工人的工资水平为 w_1 。同时,假设地租为缺位的土地所有者获得。则地区1代表性工人面临的预算约束为

$$\sum_{i=1}^{N_1} c_{i1} p_{i1} + \sum_{i=2}^{N_2} c_{i2} p_{i2} / \tau + r(k)S(k) + A + T(k) = w_1. \quad (3)$$

在约束 (3) 下最优化工人的效用函数可得住房和农业产品的消费量分别为

$$S(k) = \frac{\gamma[w_1 - T(k)]}{r(k)}, \quad (4)$$

$$A = (1 - \mu - \gamma)[w_1 - T(k)]. \quad (5)$$

同时, 令 c_{11} 和 c_{12} 分别代表地区 1 工人对地区 1 生产的代表性制造业产品和地区 2 生产的代表性制造业产品的消费量, p_1 , p_2 分别为地区 1 生产的代表性产品和地区 2 生产的代表性产品的价格, 则根据效用最大化可以求出:

$$\frac{c_{11}}{c_{12}} = \left(\frac{p_2}{p_1 \tau} \right)^\delta. \quad (6)$$

(二) 生产

下面, 我们转向生产者行为, 假设经济中劳动总量标准化为 1, 其中 $(1 - \mu)$ 的比例为农民, 且农民在两个地区之间平均分布, 每位农民生产一单位的农产品, 因此各地区农业的产量即农民的收入为

$$Y_A = \frac{(1 - \mu)}{2}. \quad (7)$$

制造业中每个企业都是对称的, 使用相同的技术, 劳动是唯一的投入要素, 企业从事生产需要投入一定的固定成本, 表明企业具有内部规模经济。在标准的新经济地理学模型中, 企业的生产过程仅考虑内部规模经济, 而忽视了企业相互之间的外部经济。

为了弥补传统新经济地理学模型的缺陷, 我们在企业的生产过程中引入企业之间的正向外部规模经济效应, 即多个企业在空间上的集聚有利于企业之间的知识外溢, 从而提高各个企业的产出效率。生产过程之中的外部规模经济效应的系统研究源自马歇尔 (Marshall, 1890), Ohlin (1933) 和 Hoover (1936) 等进一步发展相关研究, Mills (1967) 和 Henderson (1974) 将其较早地引入城市经济学领域, 作为城市形成和发展重要的向心力来考虑, 之后 Chipman (1970), Abdel-Rahman *et al.* (1990), Michael, Perrot and Thisse (1996), Black and Henderson (1999), Au and Henderson (2005) 等大量研究都将马歇尔的外部规模经济效应视做重要的经济集聚力量。

我们用以下的生产函数体现企业内部规模经济和相互之间的正向外部规模经济效应, 由于企业是对称的, 因此我们仅考虑一个地区的代表性企业, 公式中将不再显示企业的下标:

$$x_1 = A(N_1)l_1 - \alpha, \quad (8)$$

其中 x_1 表示地区 1 代表性企业的产出, l_1 为劳动投入, N_1 表示地区制造业

企业的总量, $A(N_1)$ 是外部规模经济效应函数且 $A'(N_1) > 0$, 集聚于一个地区的制造业企业数量越多, 则单位劳动的边际产出越高, 表明了企业之间的正向外部性。 α 为企业的固定成本, 表明企业平均成本随产量的增加不断下降, 用于衡量企业内部规模经济。每个企业都将企业之间的外部规模经济视为给定的, 因此决策时不考虑自身行为对外部规模经济程度的影响。为简便起见, 我们给出 $A(N_1)$ 的显性形式²:

$$A(N_1) = N_1^\epsilon, \quad \epsilon \geq 0. \quad (9)^3$$

由制造业企业的生产函数可以求出其劳动投入关于产出的函数:

$$l_1 = \frac{\alpha + x_1}{A(N_1)} = N_1^{-\epsilon}(\alpha + x_1), \quad (10)$$

则地区 1 代表性制造业企业的利润为

$$\pi_1 = p_1 x_1 - w_1 (N_1^{-\epsilon}(\alpha + x_1)). \quad (11)$$

由于制造业产品的替代弹性和需求价格弹性均为 δ , 因此厂商利润最大化意味着:

$$p_1 \left(\frac{\delta - 1}{\delta} \right) = w_1 N_1^{-\epsilon}. \quad (12)$$

将 (12) 式代入 (11) 式并根据制造业企业的均衡利润为零, 可以求出制造业企业的均衡产量:

$$x_1^* = \alpha(\delta - 1). \quad (13)$$

将 (13) 式代入 (10) 式可以求出制造业企业的均衡劳动投入:

$$l_1^* = N_1^{-\epsilon}(\alpha\delta). \quad (14)$$

假设地区 1 和地区 2 的制造业工人分别为 L_1 、 L_2 , 且满足 $L_1 + L_2 = \mu$, 因此, 地区 1 均衡的企业数量 (由于企业存在内部规模经济, 因此一类产品只有一个企业生产, 因此均衡企业数量即为均衡的制造业产品种类) 为

$$N_1 = \frac{L_1}{N_1^{-\epsilon}(\alpha\delta)} \Rightarrow N_1^* = \left(\frac{L_1}{\alpha\delta} \right)^{\frac{1}{1+\epsilon}}. \quad (15)$$

(三) 城市内部空间结构

先考察地区 1 的城市内部空间结构。根据城市内部区位均衡的一阶条件:

² Black and Henderson (1999)、Au and Henderson (2005) 等的研究均采取此种函数形式衡量外部规模经济效应。

³ $\epsilon = 0$ 表明不存在外部规模经济效应, ϵ 越大表明外部规模经济效应越强, ϵ 是衡量外部规模经济效应强弱的指标。

$$r'(k)S(k) + T'(k) = 0 \Leftrightarrow r'(k)S(k) = -T'(k). \quad (16)$$

该区位均衡是城市地租模型的标准一阶条件，表明地租与通勤成本之间存在替代关系，地租随距离 k 的下降意味着通勤成本随 k 的上升。

同时由式 (4) 可知：

$$S(k)r(k) = \gamma[\omega_1 - T(k)]. \quad (4')$$

将 (16) 式与 (4') 式左右两端相除，得：

$$\frac{r'(k)}{r(k)} = \frac{-T'(k)}{\gamma(\omega_1 - T(k))} \Leftrightarrow \gamma \text{dlog} r(k) = \text{dlog}(\omega_1 - T(k)). \quad (17)$$

(17) 式表明地租随距离 k 的变化率等于工人可支配收入 [即 $\omega_1 - T(k)$] 随距离 k 的变量率除以 γ ，假设城市中心 CBD 地区的地租水平为 r_0 ，则可以给出城市地租函数：

$$r(k) = r_0(1 - T(k)/\omega_1)^{1/\gamma}. \quad (18)$$

这样，由 (4) 式和 (18) 式可以求出 k 处均衡的住房消费：

$$S(k) = \frac{\gamma(\omega_1 - T(k))}{r(k)} = \frac{\gamma(\omega_1 - T(k))}{r_0(1 - T(k)/\omega_1)^{1/\gamma}}, \quad (19)$$

则区位 k 的人口密度为

$$\frac{1}{S(k)} = \frac{r_0((1 - T(k)/\omega_1)^{\frac{1}{\gamma}-1})}{\gamma\omega_1}. \quad (20)$$

假设区域 1 内的城市边界为 $[-b_1, b_1]$ ，城市边界处地租水平等于农业地租，即 $r(b_1) = r_A$ 。所有工人都居住在城市边界之内，因此地区 1 内的城市总工人数量为

$$L_1 = \int_0^{b_1} \frac{2\pi k}{S(k)} dk = \frac{2\pi r_A \int_0^{b_1} k(1 - T(k)/\omega_1)^{\frac{1}{\gamma}-1} dk}{\gamma\omega_1(1 - T(b_1)/\omega_1)^{\frac{1}{\gamma}}}. \quad (21)$$

(四) 两区域均衡

首先，考虑工人在两地区之间区位选择的均衡。由式 (12)、(15) 可知两地区制造业产品的价格之比为：

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{w_2 N_2^{-\epsilon}}{w_1 N_1^{-\epsilon}} = \frac{w_2}{w_1} \left(\frac{L_2}{L_1} \right)^{\frac{\epsilon}{1-\epsilon}}. \quad (22)$$

将 (22) 式代入 (6) 式，可求出地区 1 工人对两地区代表性制造业产品的消费量之比为

$$\frac{c_{11}}{c_{12}} = \left(\frac{p_2}{p_1\tau}\right)^\delta = \left(\frac{w_2}{w_1\tau}\right)^\delta \left(\frac{L_2}{L_1}\right)^{\frac{-\delta}{1+\epsilon}} \quad (23)$$

定义地区 1 制造业产品的价格指数 I_1^4 为

$$I_1 = \left(\sum_{i=1}^N p_i^{1-\delta}\right)^{\frac{1}{1-\delta}} = [N_1 p_1^{1-\delta} + N_2 (p_2/\tau)^{1-\delta}]^{\frac{1}{1-\delta}} \quad (24)$$

将式 (12)、(15) 代入式 (24) 得:

$$I_1 = \left[\left(\frac{L_1}{\alpha\delta}\right)^{\frac{1-\epsilon+\delta}{1+\epsilon}} \left(\frac{w_1\delta}{\delta-1}\right)^{1-\delta} + \left(\frac{L_2}{\alpha\delta}\right)^{\frac{1-\epsilon+\delta}{1+\epsilon}} \left(\frac{w_2\delta}{(\delta-1)\tau}\right)^{1-\delta} \right]^{\frac{1}{1-\delta}} \quad (25)$$

由式 (1)、(4)、(5)、(23)、(25) 可知地区 1 和地区 2 之间的间接效用之比为

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{\left\{ \frac{\mu[w_1 - T(k)]}{I_1} \right\}^\mu \left\{ \frac{\gamma[w_1 - T(k)]}{r(k)} \right\}^\gamma ((1-\mu-\gamma)(w_1 - T(k))^{1-\mu-\gamma}}{\left\{ \frac{\mu[w_2 - T(k)]}{I_2} \right\}^\mu \left\{ \frac{\gamma[w_2 - T(k)]}{r(k)} \right\}^\gamma ((1-\mu-\gamma)(w_2 - T(k))^{1-\mu-\gamma}} \quad (26)$$

将 (26) 式在 $k=b_1, b_2$ 处取值并化简得:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{w_1 - T(b_1)}{w_2 - T(b_2)} \frac{I_2^\mu}{I_1^\mu} = \frac{w_1 - T(b_1)}{w_2 - T(b_2)} \left[\frac{L_1^{\frac{1-\epsilon+\delta}{1+\epsilon}} (w_1/\tau)^{1-\delta} + L_2^{\frac{1-\epsilon+\delta}{1+\epsilon}} w_2^{1-\delta}}{L_1^{\frac{1-\epsilon+\delta}{1+\epsilon}} w_1^{1-\delta} + L_2^{\frac{1-\epsilon+\delta}{1+\epsilon}} (w_2/\tau)^{1-\delta}} \right]^{\frac{\mu}{1-\delta}} \quad (27)$$

定义 $f=L_1/(L_1+L_2)=L_1/\mu$, 即地区 1 工人占两地区工人总数的比例, 则式 (27) 可以简化为

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{w_1 - T(b_1)}{w_2 - T(b_2)} \left[\frac{f^{\frac{1-\epsilon+\delta}{1+\epsilon}} (w_1/\tau)^{1-\delta} + (1-f)^{\frac{1-\epsilon+\delta}{1+\epsilon}} w_2^{1-\delta}}{f^{\frac{1-\epsilon+\delta}{1+\epsilon}} w_1^{1-\delta} + (1-f)^{\frac{1-\epsilon+\delta}{1+\epsilon}} (w_2/\tau)^{1-\delta}} \right]^{\frac{\mu}{1-\delta}} \quad (28)$$

工人在两个地区之间的区位选择均衡由式 (28) 决定, 当两个地区都有工人分布, 即 $f \in (0, 1)$ 时, $\frac{U_1}{U_2} = 1$ 为区位选择均衡, 表明代表性工人无论是在地区 1 居住还是在地区 2 居住, 其效用水平都是一样的; 当所有工人集中于区域 1 时, 即 $f=1$ 时, $\frac{U_1}{U_2} \geq 1$ 为区位选择均衡, 表明即使所有的工人都集

⁴ 价格指数的引入详见 Krugman(1991a), 此处不再详细推导。

中在地区 1，地区 1 的效应水平还高于地区 2，因此工人也没有动机在两地区之间进行迁移；同理， $f=0$ 时， $\frac{U_1}{U_2} \leq 1$ 为区位均衡。

接下来，考虑两地区之间收支均衡，地区 1 所有工人的可支配收入（除去通勤成本后的收入）总额为 $\int_0^{b_1} [\omega_1 - T(k)] \frac{2\pi k}{S(k)} dk = \varphi_1 \omega_1 L_1$ ，将 $S(k)$ 、 L_1 的表达式代入，可以求出其中 $\varphi_1 = \frac{\int_0^{b_1} k(1 - T(k)/\omega_1)^{1/\gamma} dk}{\int_0^{b_1} k(1 - T(k)/\omega_1)^{\frac{1}{\gamma}-1} dk}$ ， φ_1 衡量工人可支配收入占工资的比重，其取值范围为 0 到 1 之间。由 (7) 式可知地区 1 农民的总收入为 $\frac{1-\mu}{2}$ ，因此地区 1 的总收入为

$$Y_1 = \frac{1-\mu}{2} + \varphi_1 \omega_1 L_1. \quad (29)$$

假设用 z_{11} 衡量地区 1 收入在地区 1 生产的制造业产品上的消费与地区 1 收入在地区 2 生产的制造业产品上的消费之比， z_{12} 衡量地区 2 收入在地区 1 生产的制造业产品上的消费与地区 2 收入在地区 2 生产的制造业产品上的消费之比。则可知：

$$z_{11} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right) \left(\frac{p_1}{p_2/\tau}\right) \left(\frac{c_{11}}{c_{12}}\right) = \left(\frac{L_1}{L_2}\right)^{\frac{1-\epsilon+\epsilon\delta}{1+\epsilon}} \left(\frac{\omega_1 \tau}{\omega_2}\right)^{1-\delta}, \quad (30)$$

$$z_{12} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right) \left(\frac{p_1/\tau}{p_2}\right) \left(\frac{c_{21}}{c_{22}}\right) = \left(\frac{L_1}{L_2}\right)^{\frac{1-\epsilon+\epsilon\delta}{1+\epsilon}} \left(\frac{\omega_1}{\omega_2 \tau}\right)^{1-\delta}. \quad (31)$$

则两地区的收支平衡意味着：

$$\omega_1 L_1 = \mu \left[\left(\frac{z_{11}}{1+z_{11}}\right) Y_1 + \left(\frac{z_{12}}{1+z_{12}}\right) Y_2 \right], \quad (32)$$

$$\omega_2 L_2 = \mu \left[\left(\frac{1}{1+z_{11}}\right) Y_1 + \left(\frac{1}{1+z_{12}}\right) Y_2 \right]. \quad (33)$$

(32) 式左边是地区 1 所有工人的工资收入，右边是地区 1 和地区 2 对地区 1 生产的制造业产品的总消费。

至此，我们可以得出由 11 个方程组成的均衡方程组，其中，需要求解的内生变量也为 11 个，分别为 b_1 ， b_2 ， ω_1 ， ω_2 ， Y_1 ， Y_2 ， z_{11} ， z_{12} ， L_1 ， L_2 ， f ：

$$L_1 = \int_0^{b_1} \frac{2\pi k}{S(k)} dk = \frac{2\pi r_A \int_0^{b_1} k(1 - T(k)/w_1)^{\frac{1}{\gamma}-1} dk}{\gamma w_1 (1 - T(b_1)/w_1)^{\frac{1}{\gamma}}}, \quad (\text{eq1})$$

$$L_2 = \int_0^{b_2} \frac{2\pi k}{S(k)} dk = \frac{2\pi r_A \int_0^{b_2} k(1 - T(k)/w_2)^{\frac{1}{\gamma}-1} dk}{\gamma w_2 (1 - T(b_2)/w_2)^{\frac{1}{\gamma}}}, \quad (\text{eq2})$$

$$Y_1 = \frac{1-\mu}{2} + \frac{\int_0^{b_1} k(1 - T(k)/w_1)^{1/\gamma} dk}{\int_0^{b_1} k(1 - T(k)/w_1)^{\frac{1}{\gamma}-1} dk} w_1 L_1, \quad (\text{eq3})$$

$$Y_2 = \frac{1-\mu}{2} + \frac{\int_0^{b_2} k(1 - T(k)/w_2)^{1/\gamma} dk}{\int_0^{b_2} k(1 - T(k)/w_2)^{\frac{1}{\gamma}-1} dk} w_2 L_2, \quad (\text{eq4})$$

$$z_{11} = \left(\frac{L_1}{L_2}\right)^{\frac{1-\epsilon+\delta}{1+\epsilon}} \left(\frac{w_1 \tau}{w_2}\right)^{1-\delta}, \quad (\text{eq5})$$

$$z_{12} = \left(\frac{L_1}{L_2}\right)^{\frac{1-\epsilon+\delta}{1+\epsilon}} \left(\frac{w_1}{w_2 \tau}\right)^{1-\delta}, \quad (\text{eq6})$$

$$w_1 L_1 = \mu \left[\left(\frac{z_{11}}{1+z_{11}}\right) Y_1 + \left(\frac{z_{12}}{1+z_{12}}\right) Y_2 \right], \quad (\text{eq7})$$

$$w_2 L_2 = \mu \left[\left(\frac{1}{1+z_{11}}\right) Y_1 + \left(\frac{1}{1+z_{12}}\right) Y_2 \right], \quad (\text{eq8})$$

$$L_1 + L_2 = \mu, \quad (\text{eq9})$$

$$f = L_1 / (L_1 + L_2), \quad (\text{eq10})$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{w_1 - T(b_1)}{w_2 - T(b_2)} \left[\frac{f^{\frac{1-\epsilon+\delta}{1+\epsilon}} (w_1/\tau)^{1-\delta} + (1-f)^{\frac{1-\epsilon+\delta}{1+\epsilon}} w_2^{1-\delta}}{f^{\frac{1-\epsilon+\delta}{1+\epsilon}} w_1^{1-\delta} + (1-f)^{\frac{1-\epsilon+\delta}{1+\epsilon}} (w_2/\tau)^{1-\delta}} \right]^{\frac{\mu}{1-\delta}}$$

$$\begin{cases} \geq 1, & f = 1, \\ = 1, & f \in (0, 1), \\ \leq 1, & f = 0. \end{cases} \quad (\text{eq11})$$

三、外部规模经济效益的定性分析

在 Tabuchi (1998) 不含马歇尔外部规模经济效益的模型当中, 由于引入了城市内部空间结构, 增加了经济的分散力, 模型结论显示当地区间运输成本为零时, 不论模型中的其他参数如何取值, 经济活动在两地区之间的平均分布是长期均衡, 即从长期来看, 经济不会出现集聚现象, 该结论是 Tabuchi (1998) 模型的主要结论, 显然该结论与经济现实并不相符。

在我们的模型当中，由于将外部规模经济效应作为经济的集聚力量引入，即使地区间运输成本为零，Tabuchi (1998) 模型的结论不再成立，即分散不再是唯一均衡。

令 $\tau=1$ ，代入 (eq11)、(eq5)、(eq6) 可知：

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{w_1 - T(b_1)}{w_2 - T(b_2)}, \quad (34)$$

$$z_{11} = \left(\frac{L_1}{L_2}\right)^{\frac{1-\varepsilon+\varepsilon\delta}{1+\varepsilon}} \left(\frac{w_1}{w_2}\right)^{1-\delta} = z_{12}. \quad (35)$$

将 $z_{11} = z_{12}$ 代入 (eq7)、(eq8) 并将两式左右两端分别相除，可得：

$$\frac{w_1 L_1}{w_2 L_2} = z_{11} = \left(\frac{L_1}{L_2}\right)^{\frac{1-\varepsilon+\varepsilon\delta}{1+\varepsilon}} \left(\frac{w_1}{w_2}\right)^{1-\delta} \Rightarrow \frac{w_1}{w_2} = \left(\frac{L_1}{L_2}\right)^{\frac{\varepsilon(\delta-2)}{(1+\varepsilon)\delta}}. \quad (36)$$

由式 (36) 可知：

$$\frac{d(w_1/w_2)}{d(L_1/L_2)} = \frac{\varepsilon(\delta-2)}{(1+\varepsilon)\delta} \left(\frac{L_1}{L_2}\right)^{\frac{-2\varepsilon-\delta}{(1+\varepsilon)\delta}} \begin{cases} > 0, & \delta > 2, \\ = 0, & \delta = 2, \\ < 0, & \delta < 2. \end{cases} \quad (37)$$

由于 $\frac{d(w_1/w_2)}{d(L_1/L_2)}$ 与 $\frac{d(w_1/w_2)}{df}$ 符号相同，因此式 (37) 可以改写为

$$\frac{d(w_1/w_2)}{df} \begin{cases} > 0, & \delta > 2, \\ = 0, & \delta = 2, \\ < 0, & \delta < 2. \end{cases} \quad (37')$$

同时，由 (eq1) 和 (eq2) 可知 $\partial L_1/\partial b_1 > 0$ ， $\partial L_2/\partial b_2 > 0$ ，即城市工人数越多，城市边界越宽，因此城市边界地区向 CBD 的通勤成本 $T(b_1)$ 和 $T(b_2)$ 分别随着城市工人数 L_1 和 L_2 的增加而增加。因此：

$\delta > 2$ 时， $f \uparrow \rightarrow \frac{T(b_1)}{T(b_2)} \uparrow$ ， $\frac{w_1}{w_2} \uparrow$ ，因此 $\frac{d(U_1/U_2)}{df}$ 的符号不确定，取决于 δ ，

ε ， γ 等参数的值以及通勤成本函数 $T(k)$ 的具体形式。如果出现 $\frac{d(U_1/U_2)}{df} > 0$ 状况，经济最终会稳定于集聚状态，即制造业工人将完全集中于区域 1 或区域 2。

从以上分析，我们可以得出：

定理 1 在引入城市内部空间结构和外部规模经济效应的模型当中，在地区间运输成本为零的条件下 ($\tau=1$)，经济活动在两地区之间的平均分布不再是唯一的稳定均衡，当 $\delta > 2$ 时，稳定的均衡状态取决于经济中的其他参数。

即：即使没有地区间运输成本，经济也可能会集聚。

四、数值模拟

第三部分仅对运输成本为零的特殊情形进行了定性分析，为了对模型结果有更直观的了解，同时分析不同参数条件下的均衡结果，接下来我们通过数值模拟的方法求解方程组(eq1)—(eq11)。为了求解方便，我们给出通勤成本函数的形式为 $T(k)=tk$ ， t 为衡量单位距离的通勤成本。

数值模拟的程序如下：首先对参数赋值，同时对内生变量 $f \in [0,1]$ 赋一个值，代入(eq1)—(eq10)并利用 matlab 程序求出内生变量 $b_1, b_2, w_1, w_2, Y_1, Y_2, z_{11}, z_{12}, L_1, L_2$ 的解，并将 f 的值和其他内生变量的解代入(eq11)，求出 $\frac{U_1}{U_2}$ 的值，每赋一次 f 值、就求出一个 $\frac{U_1}{U_2}$ 的值，我们在 $[0,1]$ 间

按从小到大的顺序对 f 不断赋值，然后根据求出的每个 $\frac{U_1}{U_2}$ 的值判断此 f 取值是否达到均衡。判定是否达到均衡的条件为：我们定义两区域之间的均衡为一个地区的工人没有动机搬迁到另一个地区去，则如果给定的 $f \in (0,1)$ ，则 $\frac{U_1}{U_2}=1$ 时达到均衡状态，即两地区工人效用完全相等，工人没有动机从一个

地区搬迁到另一个地区去；如果 $f=0$ ，则 $\frac{U_1}{U_2}<1$ 时达到均衡，即如果所有工人都集聚在地区 2，并且地区 2 的效用高于地区 1，则地区 2 的工人没有动机搬到地区 1，此时，即使两地区效用不相等也达到空间均衡；同理，如果 $f=1$ ，则 $\frac{U_1}{U_2}>1$ 时达到均衡。

(一) 外部规模经济效应(ϵ)对集聚程度的影响

本文在标准新经济地理学模型的基础上引入了城市内部空间结构和外部规模经济效应，我们首先考察外部规模经济效应对经济集聚程度的影响。

为了考察外部规模经济效应对经济集聚程度的影响，我们从大到小不断调整外部规模经济效应指数 ϵ 的值， ϵ 取值大表明外部规模经济效应强， ϵ 取值小表明外部规模经济效应弱，我们分别取 $\epsilon=0.5, 0.1, 0$ 三种情形， $\epsilon=0.5$ 表明经济中外部规模经济效应较强， $\epsilon=0.1$ 表明经济中的外部规模经济效应一般， $\epsilon=0$ 表明经济中不存在外部规模经济效应。

根据既有研究和经验值，其他参数取值如下： $\delta=2.5, \mu=0.3, \gamma=0.5,$

$t=1$, $r_A=10$, 地区间运输成本 τ 值取 0.9。⁵ 模拟结果显示, 当 $\epsilon=0.5$ 时, 经济中存在三个均衡, 即 $f=0$ 时 $\frac{U_1}{U_2}<1$, $f=0.5$ 时 $\frac{U_1}{U_2}=1$, $f=1$ 时 $\frac{U_1}{U_2}>1$, 其中分散均衡($f=0.5$)不是稳定均衡⁶, 只有经济完全集聚于区域 1 或完全集聚于区域 2 的均衡是稳定均衡, 即完全集聚是经济的稳定均衡, 但稳定状态时经济是集聚于区域 1 还是区域 2 取决于经济的初始状态; 当 $\epsilon=0.1$ 时, 经济中同样存在三个均衡, 并且分散均衡也不稳定, 只有完全集聚是稳定均衡, 但与 $\epsilon=0.5$ 的情形相比, $f=0$ 时 $\frac{U_1}{U_2}$ 的值更高, 而 $f=1$ 时 $\frac{U_1}{U_2}$ 的值更低, 说明随着外部规模经济效应的下降 ($\epsilon=0.5$ 下降到 $\epsilon=0.1$), 经济的集聚程度会有所降低; 当 $\epsilon=0$ 时, 即经济中不存在外部规模经济效应, 此时经济中只有一个均衡, 即 $f=0.5$ 时 $\frac{U_1}{U_2}=1$, 并且这一均衡是稳定的, 说明当经济中不存在外部规模经济效应时, 经济活动会趋向于在两地区之间平均分布而不再集聚于某一区域。因此数值模拟的结果显示, 外部规模经济效应会提高经济的集聚程度。

具体模拟结果如图 1 所示, 图中横轴为 f 数值, 纵轴为两地区之间的效用之比, 根据均衡的判定条件决定各种条件下均衡的数量和稳定性质。

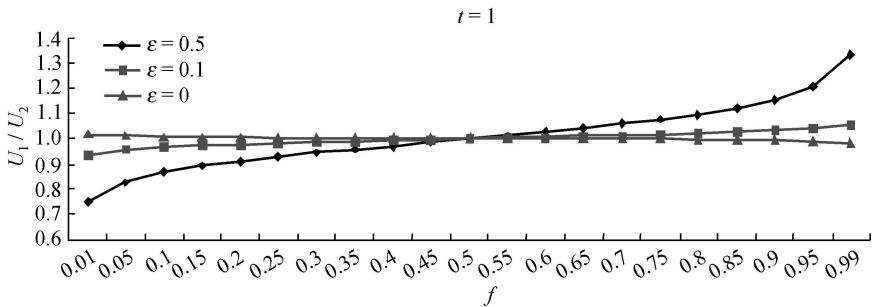


图 1 数值模拟结果： ϵ 对集聚程度的影响

此外, 为了考察更为细致, 我们可以调整其他参数, 如 δ , τ 等的取值, 模拟的结果同样显示外部规模经济效应越强, 经济的集聚程度越高, 限于篇

⁵ 我们对参数赋值进行如下说明: 首先, 参数的取值只是相对的数值, 并不代表绝对值的含义, 如我们可以将农业地租 r_A 取值为 10, 也可以取值为 100, 但这并不影响我们分析的结论, 因为我们此处考查的主要是 $\delta=2.5$, ϵ 取值不同时, 经济集聚程度的差异, 如果我们取 $r_A=100$, 得出的结论仍然不变; 即随着 ϵ 取值上升, 经济集聚程度会上升, 并会出现经济完全集聚的情形; 其次, 我们的参数取值充分借鉴了现有的相关研究, 以确保可比性, 此部分的参数取值与 Tubchi(1998)的取值完全一致。以后各部分研究的参数取值参见此说明。

⁶ 因为 $f<0.5$, $\frac{U_1}{U_2}<1$, 所以地区 1 的工人会往地区 2 迁移, 导致 f 下降, 最终会收敛到 $f=0$ 的情形, 反之, 当 $f>0.5$ 时, 地区 2 的工人会向地区 1 迁移, 最终会收敛到 $f=1$ 的情形。

幅,不再报告详细结果。

(二) 城市内部通勤成本 (t) 对集聚程度的影响

除引进外部规模经济效应之外,本文与标准的新经济地理学模型的另一个主要区别在于引进了一个区域内城市内部空间结构,显然,城市内部通勤成本是经济活动的重要分散力量,城市内部通勤成本越高越不利于经济活动的空间集聚。为了考察内部通勤成本对集聚程度的影响,我们调整参数 t 的值。

除 t 之外,各参数取值仍然不变: $\delta=2.5$, $\mu=0.3$, $\gamma=0.5$, $r_A=10$ 。对于外部规模经济效应,我们取外部规模经济效应一般的情形,即 $\epsilon=0.1$ 。我们从小到大对 t 进行赋值,分别取 $t=0.7$ (城市内部通勤成本低)、 $t=1$ (城市内部通勤成本一般)、 $t=2.5$ (城市内部通勤成本高) 三种情形。

数值模拟结果显示,在城市内部通勤成本很高 ($t=2.5$) 时,制造业的平均分布是唯一的稳定均衡;但当 $t=1$ 和 $t=0.7$ 时,制造业在两个地区平均分布都不是稳定均衡,完全集聚是稳定均衡,并且 $t=0.7$ 时经济的集聚程度要高于 $t=1$ 时的集聚程度。因此数值模拟的结果表明城市内部通勤成本会降低经济的集聚程度。具体模拟结果如图 2 所示。

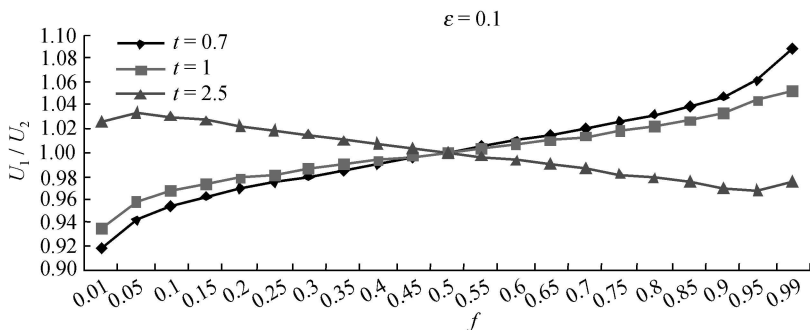


图 2 数值模拟结果: t 对集聚程度的影响

同样,我们可以调整其他参数,如 δ , τ 等的取值,基本的结论仍然是城市内部通勤成本越低,经济的集聚程度越高。限于篇幅,不再报告详细结果。

(三) 外部规模经济效应和城市内部通勤成本的交互作用

在本部分(一)中,我们保持城市内部通勤成本不变,考察外部规模经济效应对经济集聚程度的影响;在本部分(二)中,我们保持外部规模经济效应不变,考察城市内部通勤成本对集聚的影响。在这一部分,我们同时调整 t 和 ϵ 的参数值。

其他参数取值仍然保持不变,即: $\delta=2.5$, $\mu=0.3$, $\gamma=0.5$, $\tau=0.9$, $r_A=10$ 。我们分别考察 $\epsilon=0$ 和 $\epsilon=0.5$ 两种情形, t 的取值仍然是 0.7, 1,

2.5 三种情形。

1. $\epsilon=0$ 的情形

在没有外部规模经济效应的情形下, $t=0.7$ 时完全集聚是稳定均衡, $t=1$ 和 2.5 时, 经济在两地区平均分布是稳定均衡, 因此数值模拟的基本结论仍然是内部通勤成本会降低经济的集聚程度。

同时, 我们与 (二) 的比较可以看出, 在没有外部规模经济效应情形下, $t=1$ 时, 集聚不再是稳定均衡, 而 $t=0.7$ 时集聚虽然仍然是稳定均衡, 但集聚的程度要低于 $\epsilon=0.1$ 的情形。因此, 该数值模拟结果显示, 即使在城市内部通勤成本一般的情形下, 如果没有外部规模经济效应, 经济也会趋于分散。具体的模拟结果如图 3 所示。

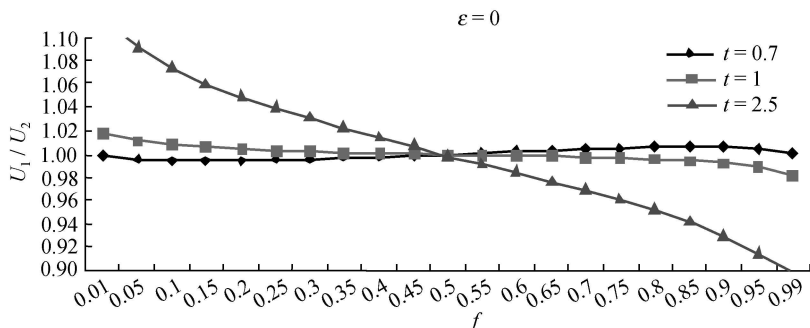


图 3 $\epsilon=0$ 的情形

2. $\epsilon=0.5$ 的情形

我们将外部规模经济效应程度进一步提高, 取 $\epsilon=0.5$, 结果显示, $t=2.5, 1, 0.7$ 时, 制造业平均分布都不再是稳定均衡, 完全集聚是稳定均衡。将模拟结果与 4.2 部分相比较可以看出, 即使是 $t=2.5$ 时完全集聚也是稳定均衡, 因此说明即使在通勤成本很高时, 只要外部规模经济效应足够强, 经济也可能会集聚的。具体模拟结果如图 4 所示。

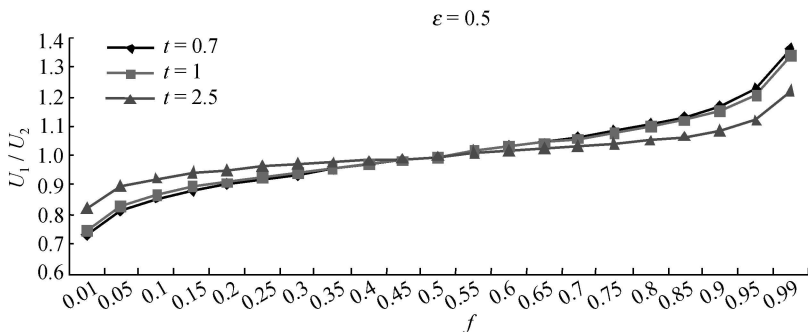


图 4 $\epsilon=0.5$ 的情形

五、结 论

在引进城市内部空间结构和外部规模经济效应后,新经济地理学模型更加接近经济现实,模型的结论也显示作为分散力量的城市内部通勤成本和作为集聚力量的外部规模经济效应对经济集聚程度的影响非常显著,在不同的情形下,经济集聚的程度会有所不同,因此相对于标准的新经济地理学模型而言,新的模型对经济现实的解释力更强,也解决了 Anas (2002) 等提出的新经济地理学模型集聚机制过于单一的问题。

第四部分的数值模拟也很好验证了模型的理论预期,模拟结果显示外部规模经济效应会显著增加经济的集聚程度,而城市内部通勤成本会降低经济的集聚程度,说明将此两类因素引入新经济地理学模型是非常必要的。此外,文中的定理 1 也说明:即使在地区间运输成本为零的条件下,只要外部规模经济效应足够强,经济也可能会走向集聚的,因此说明随着经济发展和技术进步,即使地区间运输成本不断降低,经济也不一定会趋于分散。

参 考 文 献

- [1] Abdel-Rahman, H., and M. Fujita, "Product Variety, Marshallian Externalities, and City Sizes", *Journal of Regional Science*, 1990, 30(2), 165—183.
- [2] Alonso, W., *Location and Land Use*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1964.
- [3] Anas, A., "Vanishing Cities: What does the New Economic Geography Imply about the Efficiency of Urbanization?" *Journal of Economic Geography*, 2004, 4(2), 181—199.
- [4] Anas, A., and K. Xiong, "Intercity Trade and the Industrial Diversification of Cities", *Journal of Urban Economics*, 2003, 54(2), 258—276.
- [5] Black, D., and J. Henderson, "A Theory of Urban Growth", *Journal of Political Economy*, 1999, 107(2), 252—284.
- [6] Brakman, S., H. Garretsen, and C. van Marrewijk, *An Introduction to Geographical Economics*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
- [7] Brakman, S., H. Garretsen, R. Gigengack, C. Van Marrewijk, and R. Wagenvoort, "Negative Feedbacks in the Economy and Industrial Location", *Journal of Regional Science*, 1996, 36(4), 631—651.
- [8] 陈良文、杨开忠, "集聚经济的六类模型:一个研究综述", 《经济科学》, 2006 年第 6 期, 第 107—118 页。
- [9] Chipman, J., "External Economies of Scale and Competitive Equilibrium", *Quarterly Journal of Economics*, 1970, 84(3), 347—385.
- [10] Au, C., and J. Henderson, "Are Chinese Cities Too Small?" Working Paper, Brown University, 2005.

- [11] Davis, D., and D. Weinstein, "Does Economic Geography Matter for International Specialization?" Mimeo, Harvard University, 1996.
- [12] Davis, D., and D. Weinstein, "Economic geography and regional production structure: an empirical investigation", *European Economic Review*, 1999, 43(2), 379—407.
- [13] Dixit, A., and J. Stiglitz, "Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity", *American Economic Review*, 1977, 63(3), 297—308.
- [14] Duranton, G., and D. Puga, "Microfoundations of Urban Agglomeration Economies", in Henderson J., and J. Thisse (eds.), *Handbook of Regional and Urban Economics*, volume 4. Amsterdam: North Holland, 2004.
- [15] Helpman, E., "The Size of Regions", Working Paper No. 14-95, The Foerder Institute for Economic Research, Tel-Aviv University, 1995.
- [16] Fujita, M., P. Krugman, and A. Venables, *The Spatial Economy: Cities, Regions and International Trade*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 1999.
- [17] Hanson, G., "Increasing Returns, Trade and the Regional Structure of Wages", *Economic Journal*, 1997, 107(440), 113—133.
- [18] Hanson, G., "Market Potential, Increasing Returns, and Geographic Concentration", NBER Working Paper, No. 6429, 1998.
- [19] Henderson, J., "The Sizes and Types of Cities", *American Economic Review*, 1974, 64(4), 640—656.
- [20] Hoover, E., *Location Theory and the Shoe and Leather Industries*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1936.
- [21] Krugman, P., "Increasing Returns and Economic Geography", *Journal of Political Economy*, 1991a, 99(3), 483—499.
- [22] Krugman, P., *Geography and Trade*. Cambridge, MA: MIT Press, 1991b.
- [23] Krugman, P., and A. Venables, "Globalization and the Inequality of Nations", *Quarterly Journal of Economics*, 1995, 110(4), 857—880.
- [24] Marshall, A., *Principles of Economics*. London: Macmillan, 1890.
- [25] Michel, P., A. Perrot, and J. Thisse, "Interregional Equilibrium with Heterogeneous Labor", *Journal of Population Economics*, 1996, 9(1), 95—114.
- [26] Mills, E., "An Aggregative Model of Resource Allocation in a Metropolitan Area", *American Economic Review*, 1967, 57(2), 197—210.
- [27] Ohlin, B., *Interregional and International Trade*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1933.
- [28] Ottaviano, G., and J. Thisse, "Agglomeration and Economic Geography", in Henderson, J., and J. Thisse (eds.) *Handbook of Regional and Urban Economics*, volume 4. Amsterdam: North-Holland, 2004.
- [29] Venables, A., "Equilibrium Locations of Vertically Linked Industries", *International Economic Review*, 1996, 37(2), 341—359.
- [30] Tabuchi, T., "Urban Agglomeration and Dispersion: A Synthesis of Alonso and Krugman", *Journal of Urban Economics*, 1998, 44(3), 333—351.

Agglomeration and Dispersion: Integration of Intra-urban Commuting Cost and External Technological Externalities

LIANGWEN CHEN KAIZHONG YANG

(Peking University)

Abstract This paper integrates the intra-urban spatial structure and Marshall's external scale economy into the standard model of new economic geography. The model shows that both intra-urban commuting costs, which are a dispersion factor, and the external scale economy, which is an agglomeration factor, exert great impacts on the level of economic agglomeration. The model becomes closer to the reality by integrating the two factors. The numerical simulation shows that agglomeration would reach a stable equilibrium even if the interregional transport cost is zero. Also, intra-urban commuting costs would lower the level of agglomeration.

JEL Classification R12, R13, R32