

人口集聚与植被恢复

——基于人口空间分布的实证研究

陈海山 梁裕珩*

摘要: 本文研究中国城市化进程中人口集聚与植被恢复的关系, 实证结果显示, 人口集聚程度与植被总值正相关。机制分析表明, 人口集聚表现出人口增加的地区总面积小于人口退出地区总面积的特征, 并且人口退出地区存在着“人退林进”的现象, 城市化进程提高了全国层面的植被总量。人口集聚更快的地区, 政府会增加林业投资, 更快推进退耕还林, 从而有利于植被恢复, 因而政府行为是实现经济发展与生态文明建设的“双赢”目标的有力保障。

关键词: 人口集聚; 空间基尼系数; 植被恢复

DOI: 10.13821/j.cnki.ceq.2023.05.22

一、引言

2020 年 9 月 22 日, 中国国家主席习近平在联合国大会上郑重向世界承诺, 中国将“努力争取 2060 年前实现碳中和”。中国经济依旧处于快速发展期, 对能源的消耗不可避免地会逐年增加, 因而, 实现碳中和是一个重大的挑战, 不仅需要在能源结构和经济结构上着力调整, 同时也要努力践行“绿水青山就是金山银山”的社会主义生态文明理念, 恢复生态环境, 提升植被固碳能力。可喜的是, 近些年中国整体生态环境开始呈现好转的趋势^①, 森林、草原等重要的生态系统明显恢复^②, 以森林植被为例, 中国的森林覆盖率稳步提升, 从 2000 年的 16.55% 上升到 2018 年的 22.96%^③。生态恢复为中国的碳中和承诺提供了一个可靠的保障。

另一方面, 中国的城市化水平不断提高, 以城镇常住人口为准, 全国的城镇化率从 2000 年的 36.22% 提升到 2018 年的 59.58%^④。城市化推进产生集聚效应, 促进经济发展, 但是迅速扩张的城市规模也可能引发“城市病”, 特别是城市化可能加剧环境污染 (邵帅等, 2019), 因而, 研究城市化的环境效应一直是城市经济学的热点话题。目前关于城市化环境效应的研究主要集中于探讨城市化下的经济要素集聚与环境污染的关系

* 陈海山, 东北财经大学经济学院; 梁裕珩, 广东外语外贸大学金融学院。通信作者及地址: 梁裕珩, 广东省广州市番禺区广州大学城广东外语外贸大学, 510006; 电话: (020) 37105380; E-mail: yuheng_liang@qq.com。本文得到国家自然科学基金青年项目 (72203031) 的资助。感谢匿名审稿专家的宝贵意见, 文责自负。

① 详见 http://www.gov.cn/xinwen/2021-05/26/content_5612827.htm, 访问时间: 2023 年 7 月 15 日。

② 详见历年《中国生态环境状况公报》。

③ 数据来自 2019 年《中国统计年鉴》。

④ 数据来自中国国家统计局《新中国成立 70 周年经济社会发展成就系列报告》。

(陆铭和冯皓, 2014; 邵帅等, 2019), 而对于城市化其他方面的环境效应则关注甚少。

中国近十几年森林覆盖率和城市化水平同时提高, 这提示我们思考, 城市化推进是否会有利于整体植被状况的恢复? 城市化具有明显人口集聚特征, 即更多的人口以更集约的方式生活在更小的地理范围内, 在特定地理范围内, 人口集聚可能有利于人口退出地区环境压力的释放, 从而有利于这些地区植被更快地恢复。而如果城市化下的人口集聚表现为人口增加的地区总面积小于人口退出的地区, 在这个过程中, 就有可能实现整体层面植被总量的提升, 并有利于整体环境质量改善, 实现经济发展与生态文明建设的“双赢”目标。

本文使用 2000—2018 年城市层面人口分布空间基尼系数衡量人口集聚程度, 使用相应层面植被总值衡量植被状况, 研究人口集聚与植被恢复之间的关系。如果以上分析是正确的, 则预计人口集聚与植被恢复之间正相关, 这也是本文实证研究的基本结果: 在城市层面的空间基尼系数增加 1 个百分点, 植被总值会提升 0.0029 个对数值。机制分析表明, 我国城市化下的人口集聚确实表现出人口增加地区总面积小于人口退出地区总面积的特征, 而人口退出地区植被总值更快地增长, 存在着“人退林进”的现象^①, 因此, 快速推进的城市化提高了整体层面植被总值。机制分析还表明, 人口退出地区在地理环境上更不利于人类生存, 距离中心市场更远, 这与中国整体人口集聚的特征相符合, 同时也表明城市化下的人口集聚确实有利于优化资源配置, 促进经济发展与生态文明建设相适应。最后, 本文机制分析还表明, 在人口集聚与植被恢复的正向关系中, 政府的积极环保行为起了重要的作用, 在人口集聚更快的地区, 政府会增加林业投资并更快地推进退耕还林, 这有利于植被的恢复, 因而政府积极环保行为是实现经济发展与生态文明建设的“双赢”目标的有力保障。

本文的贡献可以归结为三点: 第一, 目前有关经济要素集聚的环境效应这个主题主要聚焦于研究具有负外部性的环境污染, 本文的研究与此不同, 重点关注人口集聚与具有正外部性的植被恢复之间的关系, 这很大程度扩展了这个主题的研究范围; 第二, 目前关于政府行为的环境效应的研究主要聚焦于分析政府规制的作用, 而本文则研究政府直接的积极环境行为的环境效应, 这也扩展了这个主题的研究范围; 第三, 在经济发展与生态文明建设方面, 本文研究表明, 城市化可以通过优化资源配置实现经济发展与生态文明建设的“双赢”, 同时政府积极环保行为是这种“双赢”实现的重要保障。

本文结构安排如下: 第二部分为文献评述; 第三部分为研究设计、相关数据说明和计量模型; 第四部分为基准实证分析; 第五部分为机制分析; 最后一部分为结论。

二、文献评述

城市最重要的特征是城市经济要素具有规模报酬递增效应, 在一定的阶段, 以人口为代表的经济要素会持续地向城市集聚, 城市化率随之不断提高(陆铭, 2016)。人口等经济要素的集聚会提升城市经济要素的密度效应, 提高单位面积上的经济产出, 从而

^① 严格来说, 在本文中, “人退林进”更准确的表述应该是“人退植进”, 这里的“植”指代植被状况, 既包括森林, 也包括其他类型的植被。但是由于“人退林进”是一个更常规的表述, 因此我们还是使用这个表述。

有利于经济的发展，因此，城市化被视为经济发展的重要引擎（陆铭，2016；陆铭等，2019）。

然而，人口等经济要素向城市集聚并不单纯带来好处，一方面，经济要素集聚可能会引致“拥挤效应”，提升城市的居住成本（周颖刚等，2019）；另一方面，经济要素集聚所伴随的城市规模扩张有可能对生态环境造成压力，加剧城市的生态破坏和环境污染。随着人们对生态环境关注度的提升，众多研究开始探讨人口等经济要素集聚的环境效应，其中，研究者最关注的是经济要素集聚与环境污染之间的关系（陆铭和冯皓，2014；邵帅等，2019）。

Grossman and Krueger（1995）最早提出“环境库兹涅兹曲线”假说，认为环境污染水平与经济发展水平之间可能存在着“倒U形”关系，即在经济发展初期，环境质量随着经济的发展而下降，而当经济发展水平达到某一个拐点之后，环境质量开始随着经济发展而提升。基于这个假说的研究构成环境经济学最重要的一支文献，由于经济要素集聚与经济发展息息相关，这个假说也成为探讨经济要素集聚与环境污染之间关系最重要的理论基础。

基于“环境库兹涅兹曲线”假说的指引，目前研究集聚与环境污染之间关系的文献着重于探索集聚是否会加剧污染水平，并引申地探讨集聚与环境污染是否也存在着“倒U形”关系。部分研究认为集聚与环境污染水平正相关，例如，张可和汪东芳（2014）利用中国地级市数据验证了经济集聚会加剧环境污染。另外一些研究则进一步将集聚的规模效应纳入污染水平分析中，认为经济要素集聚不仅有利于经济发展，同时有利于降低单位产出污染物质的排放强度（陆铭和冯皓，2014；邵帅等，2019），这可能是由于规模更大的城市或企业具有削减污染的规模经济，在财政上能够更积极地应对环境规制（陆铭和冯皓，2014；He et al., 2020）。邵帅等（2019）基于中国省级面板数据的分析指出，当经济集聚达到一定阈值后，经济集聚对节能减排的正向效应才开始显现，而邵帅等（2019）研究中国城市化推进与雾霾治理的关系，发现东部地区城市化水平与雾霾污染存在着明显的“倒U形”关系，这表明集聚与污染之间可能也存在着“环境库兹涅兹曲线”。

环境质量的一个重要影响因素是政府行为，特别是政府制定的环境规制，分析环境规制效应则是环境经济学的研究热点。一系列有关环境规制效应的研究都表明，政府颁布更强环境规制确实有助于降低地区污染水平（余永泽等，2020；He et al., 2020）。现有文献对环境规制如何影响经济要素分布主要是基于两个视角：第一，环境规制有可能影响到企业的生产率，影响企业的选址乃至其他经济要素的流动（Cai et al., 2016；Wu et al., 2017），从而降低经济要素集聚水平；第二，环境规制有可能倒逼企业进行技术创新和产业升级，产生创新补偿效应（余永泽等，2020），从而提升经济要素集聚水平。王芳等（2019）研究了其他类型的政府行为如何影响到地区环境质量，认为中国地级市层面的环境视察会显著提高政府的环境保护支出和比重，进而促使“环境库兹涅兹曲线”的拐点提前出现。因此，包括环境规制在内的政府行为是经济要素集聚与环境污染之间关系的一个重要调节变量。

综合以上文献分析，我们发现，目前关于经济要素集聚的环境效应的讨论主要集中于环境污染层面，而很少涉及其他环境效应，同时对于政府行为如何影响地区环境质量

的研究,大部分文献侧重于分析政府环境规制的作用。本文在这些文献的基础上,进一步分析人口集聚与植被恢复之间的关系,同时在机制分析部分,将包括投资和退耕还林在内的政府环境保护行为引入,从另一个角度分析政府行为的环境效应,即政府的积极环境保护行为如何调节人口集聚与植被恢复之间的关系。

三、研究设计、相关数据说明和基准计量模型

(一) 研究设计

本文首先使用双向固定效应模型来论证城市层面和省级层面的人口集聚与植被恢复是否存在正向关系。在论证人口集聚与植被恢复存在正向关系后,本文将从两个角度进行机制分析:第一,“人退林进”,正如引言中所述,城市化下的人口集聚表现为更多的人口以更集约的方式生活在更小的地理范围内,在特定的地理范围内,人口集聚可能有利于人口退出地区环境压力的释放,从而有利于这些地区植被恢复。为了验证是否存在这种现象,进一步明确人口聚集与植被恢复的作用机制,本文参照 Motamed et al. (2014)、Henderson et al. (2018) 细化网格的方法,在分城市和全国两个层面,考察细分网格地区人口的增加(减少)是否与植被的衰退(恢复)存在一致的关系。第二,政府行为,论证人口集聚是否会促使政府更重视环境保护,加大退耕还林政策的力度,进而更快地促进植被恢复。

(二) 相关数据说明和描述性统计

本文实证研究中所使用的数据主要分为两类。第一类是基于地理信息系统(GIS)存储与计算的栅格数据,我们使用中国科学院地理科学与资源研究所发布的长时间序列中国年度植被指数空间分布数据来计算样本的年度植被系数总值,使用 LandScan 人口分布数据来计算样本的人口分布空间基尼系数。第二类是年鉴数据,其中省级林业投资完成额、国家预算林业投资完成额和木材产量数据^①来自《中国统计年鉴》,省级层面退耕还林数据来自《中国林业和草原统计年鉴》,地级市层面城镇化率数据来自各省统计年鉴,建成区绿地面积数据来自《中国城市统计年鉴》。

中国年度植被指数空间分布数据是基于连续时间序列卫星遥感影像生成的自1998年以来年度植被指数数据集,该数据为栅格格式,可以有效反映全国各地在空间和时间尺度上的植被覆盖分布和变化状况(徐新良,2018)。为与 LandScan 数据进行匹配,我们选取2000年至2018年的数据进行分析,并使用 Arcgis 软件根据研究样本空间范围对数据进行逐年加总提取,作为本文被解释变量,即植被总值对数值($\ln zhibei_{it}$)。

LandScan 人口动态统计分析数据也是栅格数据,其时间维度为2000—2018年,该数据已被学者广泛应用于区域经济研究中,栅格上的数值可以反映所在地区的常住人口状况(秦蒙等,2019;刘修岩等,2016,2019;Henderson et al.,2019)。我们首先使

^① 各省木材产量数据从2006年开始报告,单位为万立方米,后文中我们将其取对数加入回归。

用 Arcgis 软件对研究样本空间范围内栅格进行经纬度定位与数值提取，然后使用包含经纬度信息的点数据，计算出每个样本单元逐年人口分布空间基尼系数 ($gini_{it}$ ，以下简称“空间基尼系数”)，作为关键解释变量。为更好地说明该系数的具体含义及计算过程，我们根据不同的人口聚集程度随机生成两个面积和人口总数均相等的城市 A 和 B，如图 1 所示：

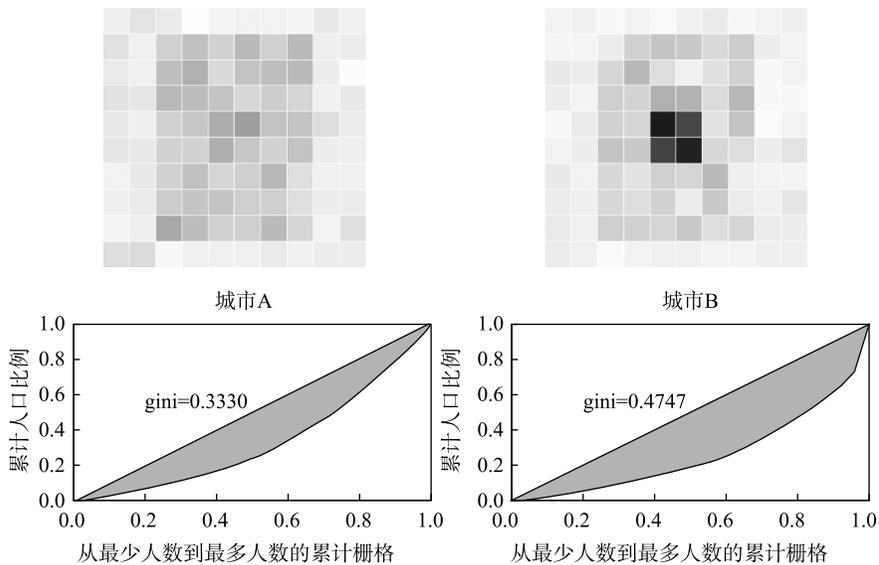


图 1 空间基尼系数计算示意图

图 1 上端为城市 A 和 B 的空间栅格数据图像，假设两个城市都由 10×10 栅格组成，人口总数都是 1 000 人，每个格子代表相同的土地面积，格子颜色越深，所在地的人口数量越多。从直观上看，A 人口分布较为分散，B 人口分布更为聚集。我们使用 Arcgis 将特定样本单元内所有栅格值提取出来，然后按照数值在横轴上从小到大进行排列，并计算出与每个格子相应的累计人口比例，从而绘制出空间人口分布洛伦兹曲线，此时，如图 1 下端所示，基尼系数就是 45° 线与洛伦兹曲线之间阴影部分面积和 45° 线下方总面积的比值。人口集聚程度越高，空间基尼系数越大，因此，B 的空间基尼系数 (0.4747) 大于 A (0.333)。

近十几年，中国城市化推进过程中具有明显的人口集聚趋势 (陆铭, 2016; 陆铭等, 2019)，因此空间基尼系数可以作为中国城市化水平的衡量指标。相比于基于地区城镇人口计算的城镇化率指标，空间基尼系数具有明显的优点：第一，可操作性更强，基于 LandScan 数据，可以在任意空间尺度上计算相应的空间基尼系数；第二，数据可得性和连续性更好，1998—2018 年，LandScan 数据是逐年可得的，相应地可以逐年生成空间基尼系数，而城市层面的城镇化率数据缺失比较严重；第三，官方公布的城镇人口数据可能存在着比较严重的统计偏差 (邵帅等, 2019)，城镇人口比重难以反映真实的城市化水平，而空间基尼系数可以直接反映人口空间分布状况，因而可能是城市化水平更准确的衡量指标。

为了进行细分层面的分析,我们参照 Motamed et al. (2014)、Henderson et al. (2018) 的研究,将中国的地图切割为连续正方形矢量面(以下简称“网格”),然后使用连续网格矩阵对逐年的植被指数和 LandScan 数据进行提取,并计算出每个网格里的植被总值的对数值($\ln zhibei_{it}$)和人口总数对数值($\ln pop_{it}$),分别作为被解释变量与关键解释变量,以研究在细分层面是否存在“人退林进”的现象。我们分别在城市和全国两个空间维度进行了细分层面的研究,对于城市,每个网格面积设定为 25 平方千米,对于全国,每个网格面积设定为 100 平方千米或 50 平方千米。

在省级层面,《中国统计年鉴》从 2003 年开始报告分省林业投资完成额(单位为万元),《中国林业和草原统计年鉴》从 2008 年开始报告分省退耕还林面积(单位为公顷)。我们基于省常住人口计算出省人均林业投资额($perlyne_{it}$),并将退耕还林数据取对数($\ln tui geng_{it}$),作为被解释变量,研究人口集聚与林业投资和退耕还林之间的关系。^①

(三) 基本计量模型设定

基于本章第一小节的研究设计,我们将本文基本的计量模型设定为以下形式:

$$\ln zhibei_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 gini_{it} + \beta X_{it} + \delta_i + year_t + \varepsilon_{it}, \quad (1)$$

其中,下标 i 代表样本单位, t 代表时间,被解释变量 $\ln zhibei_{it}$ 是城市^②层面的植被总值,关键解释变量 $gini_{it}$ 是衡量人口集聚程度的空间基尼系数, X_{it} 是控制变量, δ_i 是个体固定效应, $year_t$ 是年份固定效应, ε_{it} 是回归残差项。

四、基准实证分析

本文基准回归结果如表 1 所示,空间基尼系数的系数都高度显著为正。表 1 Panel A 的第(1)列表明,空间基尼系数每增加 1 个单位,则植被总值会提升 0.0029 个对数值。^③ 考虑到固定效应可能无法完全消除全球气候变化的影响,因此第(2)列中加入了两个与气候相关的控制变量,年均降水的对数值和年均温度的对数值,此时空间基尼系数的系数依旧显著为正,同时系数值变化也不大。^④ 另外,从 20 世纪 80 年代开始,中

^① 本文主要变量的描述性统计详见附录 I。篇幅所限,附录未在正文列示,感兴趣的读者可在《经济学》(季刊)官网(<https://ceq.ccer.pku.edu.cn>)下载。

^② 由于地区、自治州和省直辖县与地级市的地位类似,并且具有固定的辖区范围,因此本文的城市样本中包括这些地区,并统称为“城市”。将这些样本剔除不会影响到本文实证结果的稳健性。

^③ 2000 年和 2018 年,城市的植被总值均值(空间基尼系数均值)分别为 8.8910 (73.9148) 和 9.0150 (81.9354),因而,19 年间,植被总值平均增长 0.124 ($9.0150 - 8.8910 = 0.1240$),空间基尼系数平均增长 8.0206 ($81.9354 - 73.9148 = 8.0206$),因而,基准回归中估计系数为 0.0029,从均值意义上讲,就是 2000 年至 2018 年间人口集聚所带来的植被总值增长为 $0.0029 \times 8.0206 = 0.0233$,相比于总的植被总值增长 (0.124),占比为 18.76%,即在均值意义上,人口集聚对植被恢复的解释力大约为 18.76%。

^④ 气温和降水数据来自中国科学院地理科学与资源研究所提供的空间插值数据集,我们使用 Arcgis 软件在城市层面提取年平均气温值和年平均降水值。部分样本以摄氏度计算的年均气温小于 0 度,为避免缺失值,我们通过公式(华氏度 = $32^\circ\text{F} + \text{摄氏度} \times 1.8$)将其转换为华氏度。由于这两份数据集目前只更新到 2015 年,为了不损失样本,我们只在表 1 Panel A 的第(2)列中加入这两个控制变量,在后面的回归中加入这两个控制变量不会影响回归结果的稳健性。

国陆续启动多项防护林工程^①，这些工程位于不同区域，进度各有不同，在植被恢复方面，处于不同造林工程的城市可能具有不同的时间趋势，因此在第（3）列中，按照造林工程的不同生成多个虚拟变量，将这些虚拟变量与时间趋势项交叉相乘加入回归。此时，系数保持显著为正，但是系数值有所下降，一方面，这说明对于植被恢复而言，不同造林工程所在地区确实可能存在不同的时间趋势，并且这种时间趋势可能与空间基尼系数的变动互相影响，从而导致系数值的下降；另一方面，则再次佐证基本实证结果的稳健性。城市化地区的绿化也可能影响到城市的植被总值，这与本文的研究内涵并不一致，特别是与本文机制分析中所讨论的“人退林进”不一致，因此需要对此进行控制^②，在第（4）列中控制地级市建成区绿地面积（公顷）的对数值，此时，回归系数依旧显著为正。我们也收集了 2010—2018 年大部分地级市城镇化率（ $urbanratio_{it}$ ），作为空间基尼系数的替代变量进行回归，第（5）列显示，城镇化率的系数显著为正，这再一次佐证城市化推进下的人口集聚有利于植被的恢复。在引言中我们指出，植被恢复可以提升植被固碳能力，从而为“碳中和”做出贡献，如果人口集聚有利于植被恢复，则空间基尼系数应与植被固碳总值正相关，因此在第（6）列中，被解释变量替换为植被固碳总值^③（ $lnseque_{it}$ ），结果表明，空间基尼系数确实与植被固碳总值正相关，这从侧面证实人口集聚有利于植被恢复^④。

表 1 人口集聚与植被恢复

Panel A: 城市层面						
变量	lnzhibei				lnseque	
	基准回归	控制气候变量	控制造林工程趋势项	控制建成区绿地	城镇化率	植被固碳
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>gini</i>	0.0029*** (0.0007)	0.0026*** (0.0007)	0.0023*** (0.0005)	0.0046*** (0.0011)		0.0015* (0.0008)
<i>urbanratio</i>					0.0019*** (0.0007)	
样本数	6 954	5 856	6 954	4 502	1 951	6 318
年份十个体	是	是	是	是	是	是
样本期	2000—2018	2000—2015	2000—2018	2003—2018	2010—2018	2000—2017

① 即三北防护林体系建设工程、太行山绿化工程、辽河流域防护林体系建设工程、黄河中游防护林体系建设工程、淮河大湖流域防护林体系建设工程、长江中上游防护林体系建设工程、珠江流域防护林体系建设工程和沿海防护林体系建设工程。我们以城市行政中心是否位于某个工程范围内为准生成虚拟变量。

② 我们也参考黄亮雄等（2021）的研究，使用 2010 年夜间灯光数据将全国土地划分为城市化地区和非城市化地区（灯光阈值设为 25），并分别计算了历年的植被总值，结果表明 2000—2018 年间城市化地区的植被总值呈现震荡下降的趋势，这从侧面论证了本文基准回归结果并不是由城市化地区的绿化带来的。感谢审稿专家在这方面的建议，当然文责自负。

③ 城市的植被固碳总值（单位为百万吨）来自 Chen et al.（2020）的研究，原始数据为县级数据，数据时间段为 2000—2017 年，我们将县级加总到城市层面并取对数作为被解释变量 $lnseque_{it}$ 。

④ 我们也进行了其他方面的稳健性检验，包括将被解释变量替换为植被均值等，详见附录 II。

(续表)

Panel B: 省级层面						
变量	lnzhibei					
	(1)		(2)		(3)	
<i>gini</i>	0.0081*** (0.0023)		0.0106** (0.0049)			
<i>urbanratio</i>					0.0030** (0.0012)	
样本数	589		403		434	
年份+个体	是		是		是	
样本期	2000—2018		2006—2018		2005—2018	
Panel C: 工具变量法						
变量	<i>gini</i>			<i>lnzhibei</i>		
	第一阶段			第二阶段		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>change_iv</i>	-1.350*** (0.256)		-1.266*** (0.257)			
<i>metro_iv</i>		-1.710*** (0.524)	-1.533*** (0.539)			
<i>gini</i>				0.012*** (0.003)	0.023*** (0.008)	0.016*** (0.004)
样本数	6 954	6 954	6 954	6 954	6 954	6 954
年份+个体	是	是	是	是	是	是
F 值	27.79	10.66	15.63			

注：括号内为聚类到个体的标准误；*** $p < 0.01$ ，** $p < 0.05$ ，* $p < 0.1$ 。下表中，如无特别注明，则与此相同。

表1 Panel B在省级层面论证人口集聚与植被恢复的关系，第(1)列显示，在省级层面，空间基尼系数与植被总值显著正相关；第(2)列加入了各省的木材产量的对数值作为控制变量，以在省级层面控制木材国际贸易对植被状况的潜在影响，结果表明，回归系数依旧显著为正；第(3)列中，空间基尼系数替换为城镇化率^①，回归系数同样显著为正。表1 Panel B的结果从省级层面验证了人口集聚有利于植被恢复。

进一步地，为了缓解潜在的内生性，本文从相对外生的“政策冲击”角度引入两个工具变量进行工具变量回归。

本文引入第一个工具变量是撤县设区的多期DID变量*change_iv*：如果城市在某年经历过撤县设区，则当年及以后的年份的*change_iv*取1，否则取0。从2000年开始，众多地级市通过将下辖的县改为市辖区来对市辖区进行“扩容”。由于撤县改区有可能

^① 省级层面城镇化率使用城镇常住人口与常住总人口的比值衡量，数据来自国家统计局，城镇常住人口从2005年开始报告。

提升原撤并县所在地对人口的吸引力（唐为和王媛，2015），城市核心区的扩容，新增增加的市辖区会降低原有市辖区的集聚吸引力，因而延缓地级市层面的人口集聚进程，可以预计，撤县改区对空间基尼系数有负向影响，使用撤县改区生成相应的变量可以满足工具变量的相关性要求。

本文引入第二个工具变量是城市通地铁的多期 DID 变量 $metro_iv$ ：如果城市在某年开通地铁线路，则当年及以后的年份的 $metro_iv$ 取 1，否则取 0。地铁作为城市最为便捷和运量最大的公共交通工具，提升了城市的核心区和外围地区的交通通达度，有可能会城市核心区人口外围地区流动（Baum-Snow, 2007），从而可能改变城市人口分布状况，延缓人口集聚的速度。因此，可以预计，城市通地铁对空间基尼系数有负向影响，使用通地铁生成相应的变量满足工具变量的相关性要求。外生性方面，地级市在规划是否撤县改区或修建地铁时，不太可能将自身的植被覆盖状况作为政策考量标准，因而这两个工具变量具有较好的外生性。^①

表 1 Panel C 第 (1)、(2) 列分别为撤县改区和通地铁对空间基尼系数影响的回归结果，与预计相符合，撤县改区和通地铁确实对空间基尼系数有显著的负向影响，2000—2018 年撤县改区和通地铁分别使得空间基尼系数相对下降了 1.35% 和 1.71%；第 (3) 列中将两个工具变量同时加入回归，此时两个变量的回归系数都显著为负。第 (4)—(6) 列的第二阶段回归表明，在使用工具变量缓解基准回归中潜在的内生因素后，空间基尼系数回归系数依旧高度显著为正。表 1 Panel C 的回归不仅再次对基准回归进行了稳健检验，同时更加明确基准回归结果的因果关系。

总结以上分析可以得出本文的主要结论：空间基尼系数与植被总值正相关，这预示着，人口集聚确实有利于植被恢复。

五、机制分析

（一）人退林进

人口集聚对植被恢复的正向影响，最直接的可能机制是“人退林进”：城市化下的人口集聚表现为更多的人口以更集约的方式生活在更小的地理范围内，在特定地理范围内，人口集聚有利于人口退出地区环境压力的释放，从而有利于这些地区植被恢复。本文将在细分网格层面验证这个可能机制。

我们参考 Motamed et al. (2014)、Henderson et al. (2018) 的研究，将中国的地图切割为连续的网格，这部分机制分析的被解释变量和关键解释变量即网格的植被总值 ($\ln zhibei_{it}$) 和人口规模 ($\ln pop_{it}$)。如果存在着“人退林进”现象，则人口规模变化与植被总值变化之间应该存在着一致关系：人口增加（减少），相应地区植被总值会减少（增加）。这部分回归方程修改为双对数结构的双向固定效应模型，即公式 (2)：

$$\ln zhibei_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln pop_{it} + \delta_i + year_t + \epsilon_{it} \quad (2)$$

我们首先将网格面积设定为 100 平方千米或 50 平方千米在全国层面进行回归分析；

^① 对此，我们在实证上进行了验证，限于篇幅，在此不进行结果汇报，详见附录 II。

然后使用更细致的网格(25平方千米)在城市层面逐一进行回归,并将366个城市^①的回归系数组 $\hat{\alpha}_{1j}$ ($j=1, 2, 3\cdots 366$)绘制成系数分布图进行展示。

由于地理环境所限,中国存在大面积不可开发区域,这部分区域人烟稀少,为了明确本文研究的经济学意义,应当剔除这部分区域的样本,因此,我们以2000—2018年连续19年的平均人口密度为准,剔除常年平均人口密度^②小于5人或10人的网格,然后进行回归分析。表5即全国层面网格人口规模与植被总值的回归结果。

表2第(1)列表明,与我们的预计相同,人口规模变化与植被总值确实存在着一致关系,在100平方千米网格层面,人口规模每增加1%,相应的植被总值大约降低0.004%;第(2)列中将常年平均人口密度阈值提升到10人,此时,人口规模的系数依旧显著为负,并且系数绝对值有所增加;第(3)、(4)列中,我们将网格面积进一步设定为50平方千米重新进行回归,结果表明,在更细分的地区,人口规模与植被总值的一致关系依旧存在。表2的回归结果说明,在全国层面存在着“人退林进”的现象。

表2 细分网格人口规模与植被总值

被解释变量	lnzhibei			
	100平方千米网格		50平方千米网格	
	(1)	(2)	(3)	(4)
lnpop	-0.0040*** (0.0007)	-0.0071*** (0.0008)	-0.0052*** (0.0005)	-0.0079*** (0.0005)
常数项	4.1456*** (0.0068)	4.2004*** (0.0079)	3.4911*** (0.0041)	3.5391*** (0.0046)
年份	是	是	是	是
个体	是	是	是	是
平均人口密度	>5	>10	>5	>10
样本数	1 002 972	901 018	1 954 340	1 746 176
样本期	2000—2018年	2000—2018年	2000—2018年	2000—2018年

进一步地,我们对每一个城市的样本单独进行回归并生成回归系数组 $\hat{\alpha}_{1j}$,图2显示,系数的分布明显偏左,即占多数的城市回归系数小于0:在366个城市的回归系数中,一共有293个系数为负,并且这293个系数中,有227个系数显著性水平小于10%。图2表明,多数城市在细分网格层面,存在着人口规模与植被总值的一致关系,即多数城市也存在着“人退林进”现象。

在细分网格层面,人口规模增长地区,植被总值减少,而在全中国,总人口逐年增加的同时,植被总值也逐年提升,二者之间似乎存在矛盾。只有人口减少的网格数量多于

① 我们以网格的几何中心位于某个城市内部为准来识别网格的归属,对于某个城市而言,其属下的网格样本即这个城市的样本。

② 即以19年正方形内的人口加总值除以19再除以网格的面积衡量。如果一个100平方千米的网格地区常年平均人口密度小于5人,则其常年平均总人口小于500人,该区域很可能只有一个孤立的定居点存在,人类活动对自然环境的影响极小。

人口增加的网格数量，才可以解释这种矛盾现象。为此，我们分别计算了 2000—2018 年之间人口规模减小与增加的网格地区数量，表 3 第 (2)、(3) 列展示了不同维度下二者的数量值。可以看出，无论从 50 平方千米网格还是 100 平方千米网格进行计算，2000—2018 年间人口减少的网格数量都要显著超过人口增加的网格数量；第 (4) 列给出了人口减少网格数量占比，在四个维度中，占比值都接近于 60%。^① 因此，2000—2018 年中国人口分布的趋势是更多的人口向面积占比更少的地区转移，即在全国层面，人口集聚趋势非常明显，这也可以从全国层面的空间基尼系数看出来：2000 年全国空间基尼系数值为 89.71，而 2018 年为 93.11。

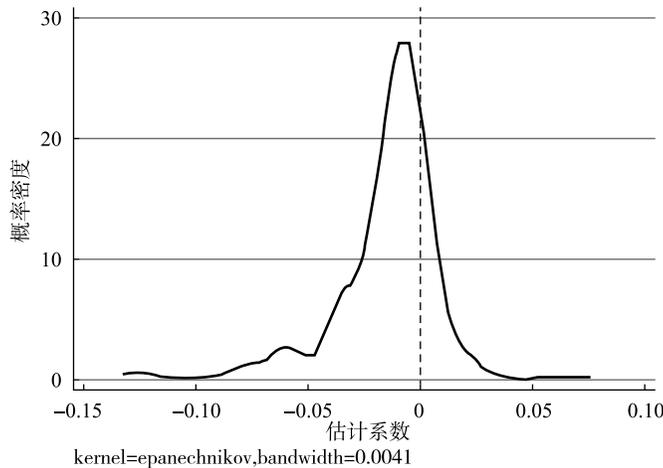


图 2 城市回归系数分布

注：在分城市的回归中，我们剔除常年平均人口密度小于 10 人的网格样本。剔除常年平均人口密度小于 5 人的网格，或进一步使用更细致的网格进行回归，图 2 不会发生实质变化，图 3 与此相同。

表 3 人口规模减小和增加的网格地区的统计差异

	<i>density</i>	<i>Decrease</i>	<i>Increase</i>	<i>Decrease / (Increase + Decrease)</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)
100 平方千米网格	>5	31 044	21 744	58.81%
	>10	27 294	20 128	57.56%
50 平方千米网格	>5	61 954	40 906	60.23%
	>10	53 747	38 157	58.48%

注：*density* 以 2000—2018 年常年平均人口密度衡量，*Decrease* 代表 2000—2018 年人口减少的网格数量，*Increase* 代表人口增多的网格数量。

我们也逐一统计了 2000—2018 年每个城市人口规模减小网格地区的占比值，并相应地绘制成占比值分布图。^② 结果表明，城市的占比值分布明显偏右，即占多数的城市人口规模减小网格的占比值大于 0.5：在所有 366 个城市的占比值中，有 250 个大于

① 使用 25 平方千米网格进行回归和计算，表 5 的实证结果依旧成立，同时人口规模减小的网格数量占比也在 60% 上下。

② 城市人口规模减小网格数量占比分布图详见附录 III。

0.5。图2和图3也进一步验证了基准回归结果的稳健性：由于多数城市人口规模减小网格地区的占比值大于0.5，这说明多数城市人口集聚程度有所上升，同时多数城市存在着“人退林进”现象，因此空间基尼系数与植被总值会显著正相关。

为了更好地理清人口集聚与植被恢复之间“人退林进”的机制，我们以2000—2018年网格人口规模是否减少为准生成人口变动虚拟变量^① ($Decrease_i$ ，人口数量减少为1，否则为0)，并相应地生成网格在2000—2018年植被总值的对数差值 $\ln zhibei_{i2018} - \ln zhibei_{i2000}$ ，进行差分模型回归，以研究在一个较长的时期，人口规模减小的地区植被总值是否会增加。回归方程修改为横截面对数差分模型，即公式(3)：

$$\ln zhibei_{i2018} - \ln zhibei_{i2000} = \gamma_0 + \gamma_1 Decrease_i + \varepsilon_i. \quad (3)$$

表4即差分模型的回归结果，我们控制网格几何中心经纬度值，同时将回归系数标准误差聚类在城市层面^②，以控制地区异质性和缓解潜在的空间相关性。表4表明，无论在哪个维度下，相比较于人口规模增加的网格，人口减少的网格植被总值都有显著的增加，增加值范围为0.0180—0.0265个对数单位。另外，表4回归中经度值系数显著为负，纬度值系数显著为正，这说明在2000—2018年间，西部地区 and 北部地区的植被总值增长更快。中国在21世纪加入世界贸易组织后，人口加快向东南沿海地区集聚（夏怡然和陆铭，2019），而西部地区 and 北部地区植被总值更快地增长，有可能是这种大空间尺度人口流动的一个意外收获。

表4 人口变动虚拟变量与植被总值

被解释变量	$\ln zhibei_{2018} - \ln zhibei_{2000}$			
	100 平方千米网格		50 平方千米网格	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Decrease</i>	0.0180*** (0.0047)	0.0237*** (0.0045)	0.0216*** (0.0050)	0.0265*** (0.0047)
<i>lon</i>	-0.0038*** (0.0006)	-0.0049*** (0.0007)	-0.0040*** (0.0007)	-0.0052*** (0.0007)
<i>lat</i>	0.0055*** (0.0008)	0.0064*** (0.0009)	0.0059*** (0.0009)	0.0067*** (0.0009)
平均人口密度	>5	>10	>5	>10
样本数	52 788	47 422	102 860	91 904

注：括号内为聚类到城市层面的标准误。

相比较于人口增加的网格，人口减少的网格是否有所不同？合理的猜想是，人口减少的网格地区，在地理环境上更不适合人类居住。各种地理环境因素中，地形对人类生产活动的影响十分强烈，地形越崎岖的地方，越不利于人类开展经济活动。我们以地区的平均坡度^③ ($slope_i$) 作为地形崎岖度的衡量，坡度值越高，地形越崎岖。如果我们的

① 使用2018年与2000年网格地区总人口的对数差值替换虚拟变量进行回归，不会影响相应的回归结果。

② 若多个网格地区的几何中心处于同一个城市辖区范围内，则将这些网格地区视为一个“聚类”。

③ 坡度值使用地理空间数据云提供的地形栅格数据进行提取。

猜想正确，则人口减少网格的平均坡度应该显著高于人口增加的网格。表5第(1)、(2)列给出了100平方千米标准下的人口变动虚拟变量对平均坡度的回归结果^①，可以看出，人口减少的网格，平均坡度要显著大于人口增加的网格，平均而言，前者的平均坡度要比后者大2.66—2.69度。因此，与预计相同，人口减少的网格，地理环境更不适合人类居住，即与人口集聚相伴随的是，人口从地理环境更差的地方向更好的地方迁移。

另外，从市场距离的角度思考，人口退出网格可能与区域中心市场距离更远。我们以网格与相应城市中心距离作为市场距离^②的度量，研究不同的网格在市场距离上是否有所差异。表5第(3)、(4)列给出了100平方千米标准下人口变动虚拟变量对市场距离($\ln distance_i$ ，对数值)的回归结果，可以看出，人口减少的网格，市场距离要显著大于人口增加的网格，前者的市场距离大致要比后者大0.2个对数值，因而人口减少的网格确实与区域中心市场的距离更远。这种差异也符合我们的认知，即人口集聚的方向是偏向中心市场的。^③

表5 网格地理和市场属性差异

被解释变量	<i>slope</i>	<i>slope</i>	<i>ln distance</i>	<i>ln distance</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Decrease</i>	2.6918*** (0.2325)	2.6630*** (0.2179)	0.1968*** (0.0208)	0.2072*** (0.0167)
<i>lon</i>	-0.1538*** (0.0414)	-0.1535*** (0.0420)	-0.0115*** (0.0026)	-0.0089*** (0.0023)
<i>lat</i>	-0.3914*** (0.0390)	-0.3654*** (0.0388)	0.0226*** (0.0035)	0.0199*** (0.0033)
平均人口密度	>5	>10	>5	>10
样本数	52 788	47 422	52 788	47 422

注：括号内为聚类到城市层面的标准误。

总结以上分析可以得出结论：在网格地区，人口增加（减少）与植被总值减少（增加）具有一致的关系。由于人口减少的网格数量超过了人口增加网格数量，同时人口减少的网格在地理环境上更不适合人类居住，与区域中心市场的距离更远，因此在细分层面表现为人口从地理环境更差、市场距离更远的地区迁出后的“人退林进”，人口集聚促进了资源的优化配置；而在宏观层面，则表现为与地理环境相适应的人口集聚以及植被恢复。这种细分层面和宏观层面变动的结合，顺应客观的自然规律，最终使得中国实现了人口集聚视角下的快速城市化（以及相伴随的经济快速增长）与环境良性发展的双赢局面。

① 50平方千米标准下的网格地区的回归结果与表5的回归结果非常相似，回归结果详见附录Ⅲ。

② 即以网格地区几何中心与最近的城市行政中心的直线距离（千米）衡量。

③ 将表4中的关键解释变量替换为网格的平均坡度和市场距离，回归结果表明，网格的平均坡度值越高或市场距离越远，则其植被总值会更快地增长，这从侧面再次验证了表3和表4的结果。回归结果详见附录Ⅲ。

(二) 政府行为

前文提及,从20世纪80年代开始,中国陆续启动多项防护林工程,在加入工程虚拟变量与时间虚拟变量交叉项后,基准回归系数值有所下降,这说明不同工程所在地区的植被增长趋势可能与空间基尼系数变动互相影响,从而导致系数值下降。防护林工程是由政府主导的,同时中央政府早在2005年就提出,中国要致力于发展“环境友好型社会”,这些提示我们,近十几年植被的快速恢复中,政府在扮演着某种积极角色。在前文我们发现,人口退出地区的地理环境和市场禀赋更差,当人口从这些地区退出后,政府有可能开始致力于这些地区生态环境的恢复,包括增加生态投资和实行退耕还林政策。国务院于2002年发行的《退耕还林条例》中明确指出,水土流失严重以及沙化、盐碱化和石漠化地区的耕地应当纳入退耕还林规划,人口退出的网格地区,由于地理环境更不适宜人类居住,因而可能具备水土流失严重等特征。因而,对于人口集聚与植被恢复正相关而言,政府的环境保护行为可能构成另一个机制。

《中国统计年鉴》从2003年开始报告省级林业投资额,同时,在2003—2015年,该年鉴给出林业投资资金来源,我们发现国家预算资金构成各省林业投资资金的主要部分,因此,省级林业投资额可以作为政府在林业恢复方面的行为度量。按照预计,林业投资有利于植被恢复,如果人口集聚有利于提升相应地区的林业投资水平,则政府环境保护行为就可以被视为人口集聚与植被恢复之间正向关系的另一个潜在机制。

我们以各省年人均林业投资额($perlynye_{it}$)作为被解释变量^①,以省的空间基尼系数作为解释变量,按照式(1)回归。表6第(1)列回归结果表明,在省级层面,人口集聚水平确实会影响到林业投资额,在2003—2018年之间,空间基尼系数每提升1个百分点,人均林业投资额会增加30.82元。第(2)列中,被解释变量替换为以国家预算资金衡量的省级人均林业投资额($perlynyegj_{it}$),空间基尼系数的系数依旧显著为正。第(3)列重复了第(1)列的回归,但是回归样本与第(2)列相同,此时,系数依旧显著为正,对比第(2)列和第(3)列,可以发现,前者的系数值是后者的91.4%,因此可以说,国家预算资金在各省人口集聚与林业投资之间起着主要的作用。总结表6(1)—(3)列,人口集聚水平很可能会影响到政府在林业恢复方面的行为积极性,人口集聚越快的地区,政府会更重视环境保护,从而加大在林业方面的投资,特别地,中央政府在这方面起着主要的作用。

另外,从2002年开始,中国全面启动退耕还林政策,《中国林业和草原统计年鉴》从2008年开始报告省级退耕还林面积。按照预计,退耕还林有利于植被的恢复,进而提升环境质量。我们将退耕还林面积取对数($\ln tuigeng_{it}$),作为被解释变量,以研究人口集聚与退耕还林之间的关系。表6第(4)列表明,在省级层面,人口集聚确实有利于退耕还林政策的推行,空间基尼系数每提升1个百分点,相应地退耕还林面积会增加0.449个对数单位。在上文中,我们发现,网格地区存在着“人退林进”的现象,对应到退耕还林上,人口集聚则有可能降低退耕还林政策推行的难度,即随着人口从地理环

^① 人均林业投资额以省级常住人口作为分母进行计算,单位是元/人。使用人均值,一方面可以对数据进行标准化,另一方面则将省级层面的人口变动纳入考量。

境更不适合人类居住以及距离市场更远的地区退出后，这些地区成为退耕还林政策的主要推行地。退耕还林政策是中国政府致力于改善生态环境的重要举措，表6第(4)列的回归结果再一次表明人口集聚水平可能会影响到省级层面政府在林业恢复方面的行为积极性，即人口集聚更快的地区，政府会加大环境保护的力度。

表6 空间基尼系数与政府行为

被解释变量	<i>perllye</i> (1)	<i>perllyegj</i> (2)	<i>perllye</i> (3)	<i>lntuigeng</i> (4)
<i>gini</i>	30.8252** (14.6480)	19.8928* (10.2510)	21.7665* (12.4059)	0.4490* (0.2341)
年份十个体	是	是	是	是
样本数	496	403	403	341
样本期	2003—2018年	2003—2015年	2003—2015年	2008—2018年

因此，政府积极环境保护行为是人口集聚与植被恢复另一个潜在机制。政府很可能会致力于在人口更快集聚的地区增加林业投资并加快退耕还林的推行，从而有利于植被的恢复。^①

六、结论与政策含义

绿水青山就是金山银山。近几十年中国经济发展取得举世瞩目的成就，整体的城市化水平也在不断提升，这个过程中不可避免地对生态环境造成严重的压力。可喜的是，近些年中国的整体生态环境呈现好转的趋势，尤其是森林、草原等重要的生态系统明显恢复。本文研究发现，人口集聚与植被恢复之间存在着显著的正向关系，相应的机制分析表明，与城市化相伴随的“人退林进”现象提高了整体层面植被总值，同时在人口集聚与植被恢复的正向关系之间，政府的积极环保行为起了重要的作用；机制分析还表明，人口退出的地区通常在地理环境上更不利于人类生存，距离中心市场更远，这与中国近十几年人口集聚的特征相符合。

本文研究具有重要的理论和政策意义。在理论上，目前有关城市化环境效应的研究聚焦于讨论具有负外部性的环境污染，本文则创新性地关注具有正外部性的环境效益；同时有关政府环境治理方面，目前的研究主要聚焦于分析政府规制的作用，而本文则探讨政府直接的积极环境行为，这些都扩展了相关领域的研究范围。在政策含义上，本文的研究表明，经济的快速发展，城市化水平的不断提升，是可以与生态文明建设相适应的，城市化可以通过优化资源配置实现经济发展与生态文明建设的“双赢”，这一方面为我们践行“绿水青山就是金山银山”的社会主义生态文明理念提供了重要基础，另一方面则为中国进一步城市化指引了可能的方向，即促进经济要素更自由地流动，充分发

① 在实证上对林业投资和退耕还林的效果进行分析，二者确实有利于地区植被恢复。回归结果见附录IV。

挥城市的集聚效应;同时政府应该坚持在发展中保护、在保护中发展,努力实现经济社会发展与人口、资源、环境相协调。

参考文献

- [1] Baum-Snow, N., "Did Highways Cause Suburbanization?", *The Quarterly Journal of Economics*, 2007, 775-805.
- [2] Cai, X. Q., Y. Lu, M. Q. Wu, and L. H. Yu, "Does Environmental Regulation Drive Away Inbound Foreign Direct Investment? Evidence from a Quasi-natural Experiment in China", *Journal of Development Economics*, 2016, 123, 73-85.
- [3] Chen, J. D., M. Gao, S. L. Cheng, W. X. Hou, M. L. Song, X. Liu, Y. Liu, and Y. L. Shan, "County-Level CO₂ Emissions and Sequestration in China during 1997-2017", *Scientific Data*, 2020, 7, 391.
- [4] Grossman, G. M., and A. B. Krueger, "Economic Growth and the Environment", *The Quarterly Journal of Economics*, 1995, 110, 353-377.
- [5] He, G. J., S. D. Wang, and B. Zhang, "Watering Down Environmental Regulation in China", *The Quarterly Journal of Economics*, 2020, 135 (4), 2135-2185.
- [6] Henderson, J. V., D. Nigmatulina, and S. Kriticos, "Measuring Urban Economic Density", *Journal of Urban Economics*, 2019, 125, 103188.
- [7] Henderson, J. V., T. Squires, A. Storeyard, and D. Weil, "The Global Distribution of Economic Activity: Nature, History, and the Role of Trade", *The Quarterly Journal of Economics*, 2018, 133 (1), 357-406.
- [8] 黄亮雄、王贤彬、刘淑琳, "经济增长目标与激进城镇化——来自夜间灯光数据的证据", 《世界经济》, 2021年第6期, 第97—122页。
- [9] 刘修岩、李松林、秦蒙, "开发时滞、市场不确定性与城市蔓延", 《经济研究》, 2016年第8期, 第159—171+186页。
- [10] 刘修岩、秦蒙、李松林, "城市空间结构与劳动者工资收入", 《世界经济》, 2019年第4期, 第123—148页。
- [11] 陆铭, 《大国大城——当代中国的统一、发展与平衡》。上海:上海人民出版社, 2016年。
- [12] 陆铭、冯皓, "集聚与减排:城市规模差距影响工业污染强度的经验研究", 《世界经济》, 2014年第7期, 第86—114页。
- [13] 陆铭、李鹏飞、钟辉勇, "发展与平衡的新时代——新中国70年的空间政治经济学", 《管理世界》, 2019年第10期, 第11—23+63+219页。
- [14] Motamed, M. J., J. G. M. F. Raymond, and W. A. Masters, "Agriculture, Transportation and the Timing of Urbanization: Global Analysis at the Grid Cell Level", *Journal of Economic Growth*, 2014, 19, 339-368.
- [15] 秦蒙、刘修岩、李松林, "城市蔓延如何影响地区经济增长?——基于夜间灯光数据的研究", 《经济学》(季刊), 2019年第18卷第2期, 第527—550页。
- [16] 邵帅、林欣、曹建华, "中国的城市化推进与雾霾治理", 《经济研究》, 2019年第2期, 第148—165页。
- [17] 邵帅、张可、豆建民, "经济集聚的节能减排效应:理论与中国经验", 《管理世界》, 2019年第1期, 第36—60+226页。
- [18] 唐为、王媛, "行政区划调整与人口城市化:来自撤县设区的经验证据", 《经济研究》, 2015年第9期, 第72—85页。
- [19] 王芳、曹一鸣、陈硕, "反思环境库兹涅茨曲线假说", 《经济学》(季刊), 2019年第19卷第1期, 第81—100页。
- [20] Wu, H. Y., H. X. Guo, B. Zhang, and M. L. Bu, "Westward Movement of New Polluting Firms in China:

- Pollution Reduction Mandates and Location Choice”, *Journal of Comparative Economics*, 2017, 45, 119-138.
- [21] 夏怡然、陆铭, “跨越世纪的城市人力资本足迹——历史遗产、政策冲击和劳动力流动”, 《经济研究》, 2019 年第 1 期, 第 132—149 页。
- [22] 徐新良, 中国年度植被指数 (NDVI) 空间分布数据集. 中国科学院资源环境科学数据中心数据注册与出版系统, 2018, <http://www.resdc.cn/DOI>. DOI: 10.12078/2018060601.
- [23] 余永泽、孙鹏博、宣烨, “地方政府环境目标约束是否影响了产业转型升级?”, 《经济研究》, 2020 年第 8 期, 第 57—72 页。
- [24] 张可、汪东芳, “经济集聚与环境污染的交互影响及空间溢出”, 《中国工业经济》, 2014 年第 6 期, 第 70—82 页。
- [25] 周颖刚、蒙莉娜、卢琪, “高房价挤出了谁? ——基于中国流动人口的微观视角”, 《经济研究》, 2019 年第 9 期, 第 106—122 页。

Population Agglomeration and Vegetation Restoration —An Empirical Study Based on Population Spatial Distribution

CHEN Haishan

(Dongbei University of Finance & Economics)

LIANG Yuheng*

(Guangdong University of Foreign Studies)

Abstract: We study the relationship between population agglomeration and vegetation restoration in the process of urbanization in China. The empirical results show that the degree of population agglomeration is positively correlated with total vegetation. Mechanism analysis shows that during China's urbanization, the total area of population increasing area is smaller than that of population withdrawing area, and there is a phenomenon of “people withdrawing” and “forest entering” in the population withdrawing area. Therefore, the urbanization process improves the total vegetation at the national level. In areas with faster population agglomeration, the government will increase forestry investment and promote the return of farmland to forest faster, which is conducive to the restoration of vegetation. Therefore, government behavior is a powerful guarantee for realizing the “win-win” goal of economic development and ecological civilization construction.

Keywords: population agglomeration; spatial Gini coefficient; vegetation restoration

JEL Classification: R11, O13, R52

* Corresponding Author: Liang Yuheng, The School of Finance, Guangdong University of Foreign Studies, Higher Education Mega Center, Panyu District, Guangzhou, Guangdong 510006, China; Tel: 86-20-37105380; E-mail: yuheng_liang@qq.com.