

doi:10.3969/j.issn.1674-117X.2023.02.007

# 长三角地区人口结构驱动绿色创新的 组态与路径研究

赵红梅, 王文华, 杨琪慧

(常州大学 商学院, 江苏 常州 213164)

**摘 要:** 以长三角 41 个城市为研究样本, 基于第六、七次全国人口普查数据, 依据人口经济理论, 从人口的自然结构、区域空间结构和社会经济结构 3 个维度选取 8 个前因条件变量, 运用 fsQCA 和 NCA 方法, 探究实现城市高绿色创新的人口组态与路径。结果显示: 单一人口结构指标均不构成城市高绿色创新的必要条件; 实现城市高绿色创新存在 5 条路径, 即全面提升驱动型、科教驱动型, 城镇化-科技驱动型、城市集聚-科教驱动型和科教-老龄化驱动型; 科技研发人口是所有组态的核心条件, 对实现城市高绿色创新具有普适性作用; 七普时, 人口因素对城市绿色创新效应更大, 且老龄化作用显化, 组态和路径更丰富。

**关键词:** 长三角地区; 人口结构; 绿色创新; fsQCA 组态分析; NCA 必要性分析

**中图分类号:** F124.3; C924.2   **文献标志码:** A   **文章编号:** 1674-117X(2023)02-0051-09

**引用格式:** 赵红梅, 王文华, 杨琪慧. 长三角地区人口结构驱动绿色创新的组态与路径研究 [J]. 湖南工业大学学报(社会科学版), 2023, 28(2): 51-59.

## Research on the Configuration and Path of Green Innovation Driven by the Demographic Structure of the Yangtze River Delta Region: Based on fsQCA Configuration Analysis and NCA Necessity Analysis

ZHAO Hongmei, WANG Wenhua, YANG Qihui

(School of Business, Changzhou University, Changzhou 213164, China)

**Abstract:** Taking 41 cities in the Yangtze River Delta Region as the research sample, based on the last two national population censuses and the theory of population economy, this paper selects 8 antecedent conditional variables from three dimensions of population natural structure, regional spatial structure and socioeconomic structure. With the methods of fsQCA and NCA, the study explores the population configuration and path to realize urban high green innovation. The results show that a single demographic indicator is not an essential prerequisite of urban high-green innovation. Besides, there are five ways to realize urban high green innovation driven by overall improvement, science and education, technology of urbanization, urban agglomeration

**收稿日期:** 2022-11-30

**基金项目:** 江苏省高校哲学社会科学基金资助重大项目“一体化战略促进企业绿色转型的机理研究”(2021SJZDA137)

**作者简介:** 赵红梅(1976—), 女, 湖北荆门人, 常州大学副教授, 硕士生导师, 研究方向为创新与公司投融资;

王文华(1975—), 男, 湖北黄冈人, 常州大学教授, 博士, 硕士生导师, 研究方向为创新与财务管理。

and aging. Moreover, scientific research personnel, as the core of all configurations, plays a universal role in promoting urban high green innovation. In the seventh national population census, with the effect of population on urban green innovation greater and the role of aging more obvious, the configuration and path are richer.

**Keywords:** the Yangtze River Delta Region; population structure; green innovation; fsQCA configuration analysis; NCA necessity analysis

绿色创新是我国创新驱动和绿色发展两大战略的结合,是区域高质量发展的关键因素和强劲动力源<sup>[1]</sup>,已成为社会各界关注的焦点。长三角地区是我国区域高质量发展战略的先行区、样板区和引领区,探究驱动长三角地区绿色创新的影响因素和行为路径,不仅对长三角地区实现高质量一体化战略具有重要意义,也对其他区域绿色创新发展具有重要借鉴意义。

内生经济增长理论认为,作为技术、知识、思想和理念载体的人是技术创新和经济增长的主体和内生动力,也是绿色理念的执行者<sup>[2-3]</sup>。在社会经济高质量发展的今天,人口呈现由量向质转变的态势,质量型人口红利日益增长<sup>[4]</sup>。人口的结构转变直接影响技术创新能力和绿色发展理念<sup>[5]</sup>,绿色创新的主要动因归根到底取决于人口结构的优化。相关学者从城镇人口、人口流动和人口老龄化程度等单一角度,探讨了人口对绿色发展和创新的影响<sup>[6-8]</sup>,这些研究对政府制定相关人口政策促进区域发展具有启发意义,但上述单一人口结构的研究缺乏对人口各要素之间复杂因果关系及影响路径的深入探讨。人口是多种结构交织的综合体,包括自然结构、地域空间结构和社会经济结构,前两者体现人口的数量结构,后者体现人口的质量结构<sup>[9]</sup>,其共同构成了城市绿色创新的人力资源环境和人文社会环境。何种人口结构组合能促进城市绿色创新,这是长三角实现高质量一体化发展进程中亟需解决的重要现实问题。

组态理论认为,多个要素的相互作用与耦合驱动结果的产生与实现,存在“多元驱动”和“异途同归”的效应<sup>[10]</sup>。基于此,本文以长三角地区41个城市为研究对象,基于第六次及第七次全国人口普查(以下简称六普和七普)数据,并根据人口经济理论,从自然、社会经济和区域空间3个方面选择8个人口结构指标作为前因条件变量,

研究城市高绿色创新的实现路径。

## 一、文献综述与研究框架

### (一) 文献综述

目前,学界对绿色创新的研究主要集中于微观层面即企业绿色创新<sup>[11]</sup>,少量研究涉及区域绿色创新效率的测评和影响因素<sup>[12-13]</sup>,倾向于将单一人口特征作为评价指标或影响因素进行研究。另外,相关学者在人口或人力资源与创新、人口与环境或碳排放等方面展开研究。

#### 1. 人口自然结构对绿色创新的影响

人口的自然结构反映其生物属性,主要包括性别和年龄结构,强调人口的数量特性<sup>[9]</sup>。关于人口规模,大多数学者认为,人口规模的增长会带给环境压力,对绿色发展产生负面影响<sup>[14-15]</sup>,且因区域经济发展水平的差异而不同;但也有学者认为人口增长会带来绿色技术的变革与创新,减少对环境的压力,促进绿色发展<sup>[16]</sup>。李崇梅等人<sup>[17]</sup>以中国省域为研究对象,研究发现,人口规模对废污水排放量的压力逐渐减弱;Barry<sup>[18]</sup>认为人口增长并不会导致环境恶化。关于人口性别,学者普遍认为,人口性别对区域的创新能力影响并不显著<sup>[19]</sup>,但在环境保护、气候变化以及能源消费控制等方面,女性的影响大于男性<sup>[20-21]</sup>。关于年龄结构,不同年龄段的人,其认知能力、智能能力、消费行为以及身体素质存在明显差异,对环境污染和创新也会产生不同效应<sup>[22]</sup>。目前,学界对人口老龄化与绿色创新关系研究的结论不一,主要观点有:人口老龄化会抑制技术创新<sup>[23]</sup>、人口老龄化能促进技术创新<sup>[24]</sup>和人口老龄化和技术创新为倒“U”关系<sup>[25]</sup>;人口老龄化会加剧环境污染<sup>[26]</sup>、人口老龄化能减少碳排放的规模<sup>[27]</sup>、人口老龄化与碳排放为倒“U”关系<sup>[28]</sup>。陈芳等人<sup>[29]</sup>研究发现,长三角地区人口老龄化制约了区域绿色发展,

但人口流入地和流出地结论相反。人口的自然结构对驱动区域绿色创新具有重要意义。

### 2. 人口社会经济结构对绿色创新的影响

人口的社会经济结构主要反映人口的社会和经济属性, 强调人口的质量特征, 包括人口的教育结构、职业结构和就业结构等诸多方面, 是社会经济发展的结果, 又影响着社会经济的发展。其中, 教育结构(区域教育水平和人口受教育程度等)主要体现人口的社会结构, 职业教育和就业结构主要体现人口的经济结构。孙博文等人<sup>[30]</sup>研究认为, 中国东部地区人口教育水平高, 人才优势突出, 绿色意识较强, 绿色创新水平高; Burrus 等人<sup>[31]</sup>研究发现, 提高区域教育水平能促进绿色创新。相关学者针对长三角地区展开研究, 发现提升人力资本素质有利于长三角地区绿色创新发展<sup>[32]</sup>, 人力投入是评价长三角城市群绿色创新能力的重要指标<sup>[1]</sup>。人力资源在不同行业和人群中的分布状况也会对技术创新与绿色发展产生影响。研究发现, 增加第二产业就业人员的比例能提高区域创新能力, 但第二产业碳排放强度最大<sup>[33-34]</sup>; 绿色创新人力资源能显著地促进制造业绿色创新水平, 且创新型人才对长三角区域绿色发展有显著促进作用<sup>[35-36]</sup>。人口的社会经济结构决定着人才的培养, 影响人力资源的技能结构转变和再配置, 是区域绿色创新的第一动力。

### 3. 人口地域空间结构对绿色创新的影响

人口的地域空间结构反映人口的地理分布和空间格局情况, 主要包括城镇化水平和人口流动等。学界一般认为, 人口促进区域创新的方式之一就是集聚效应, 人口向城市高密度聚集, 给城市带来了集聚优势, 提高区域创新效率, 但也增加了能源消耗, 加剧了环境污染<sup>[37-38]</sup>。也有学者持不同观点, 如 Poumanyvong 等人<sup>[39]</sup>研究发现, 在中等收入和高收入国家, 城镇化会加剧能源使用的需求, 而在低收入国家, 城镇化却有助于节约能源使用; 程广帅等人<sup>[40]</sup>研究发现, 人力资本集聚能显著地改善环境质量; Fu<sup>[41]</sup>认为, 人力资本集聚提升了绿色经济效率; 沙依甫加玛丽·肉孜等人<sup>[42]</sup>认为, 大量创新人才的集聚是城市绿色创新的智力保障。人口的地域空间结构带来的要素、技术、文化、思想和观念的集聚和融合, 对城市的技术创新和绿色发展会产生重大影响。

纵观相关研究文献, 随着环境问题的凸显及绿色发展理念的深入, 人口因素影响绿色创新研究越来越受到国内外学者的关注。但就既有研究视角来看, 大多数学者侧重于人口因素对“绿色环保”或“技术创新”单视角的影响研究, 而将“绿色”和“创新”相结合, 研究人口因素驱动区域绿色创新发展的研究尚不多见; 从研究方法来看, 已有研究倾向于采用回归分析和空间计量等统计学方法, 基于组态方法探讨多种人口因素联合驱动绿色创新的研究有待进一步拓展。

### (二) 研究框架

人口是区域经济社会发展的基础, 承载着一个区域的技术水平和价值观念, 是影响区域绿色创新的重要因素。本文借助自然结构-社会经济结构-地域空间结构的分析框架, 利用组态分析方法, 探讨各种人口结构的联合效应对区域高绿色创新的促进作用。研究思路与框架如图1所示。

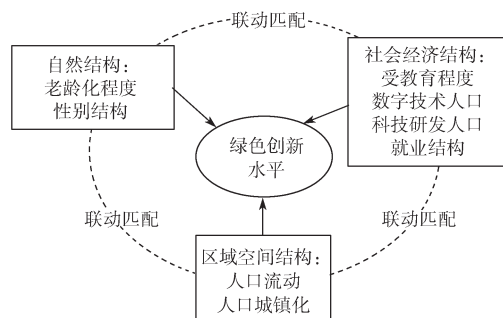


图1 研究框架

## 二、研究方法与数据构建

### (一) 研究方法

本文采用模糊集定性比较 fsQCA 方法和必要条件分析 NCA 方法。fsQCA 方法主要用于分析组态的充分性, 即不同组态对结果的驱动效应。对于必要性分析, fsQCA 方法只可识别单个条件是否是必要条件, 并不能定量反映该条件在多大程度上是必要条件; 而由 Dul<sup>[43]</sup> 研究开发的 NCA 方法, 既可以识别构成绿色创新的必要条件, 还可以从程度上对必要条件作出推断, 通过观察  $P$  值来确定前因条件对结果的影响是否显著, 且精度较高。

选用上述方法基于以下考量: 首先, 本文研究对象是长三角 41 个城市, 属于小样本研究, 符合 fsQCA 和 NCA 法对样本的需求; 其次, 人口



结构是多要素的综合体,各结构要素对绿色创新的影响过程存在相互耦合联合驱动的非线性关系,fsQCA方法致力于探究多个条件变量间的组合效应对结果产生的影响,与本文研究相匹配。

## (二) 变量选取与数据来源

本文的结果变量为绿色创新水平,利用绿色创新专利申请授权量占该地区总专利申请授权量的

比例来表示<sup>[44]</sup>,其中,绿色创新专利申请授权量等于绿色发明专利和绿色实用新型专利的申请授权数量之和。根据人口经济理论和前文的文献综述,选取8个前因条件变量,即反映人口自然结构的2个变量、反映区域空间结构的2个变量和反映社会经济结构的4个变量。本文选取的具体指标和衡量方法如表1所示。

表1 变量选取与衡量方法

变量类型	变量名称	指标衡量	数据来源
结果变量	绿色创新水平( <i>Y</i> )	绿色创新专利申请授权量占该地区总专利申请授权量的比例	国家知识产权局专利数据库
条件变量	自然结构	性别结构( <i>sex</i> )	男女人口数量比
		老龄化程度( <i>old</i> )	65岁及以上人口占比
	区域空间结构	人口流动( <i>flo</i> )	常住人口与该市户籍人口比
		人口城镇化( <i>cit</i> )	城镇人口占比
	社会经济结构	受教育程度( <i>col</i> )	大专及以上学历人口比例
		数字技术人口( <i>tec</i> )	信息传输软件和信息技术服务人口占比
		科技研发人口( <i>res</i> )	科学研究和技术服务业人口占比
人口结构	就业结构( <i>sec</i> )	第二产业就业人口占总就业人口比	《中国城市统计年鉴》 《中国城市统计年鉴》 各省市统计年鉴

本文研究数据来源主要有4个途径:结果变量绿色创新水平的数据来源于2010年和2020年国家知识产权局专利数据库;前因条件变量中的性别结构、老龄化程度、受教育程度和人口城镇化的数据来自2010年第六次全国人口普查和2020年第七次全国人口普查;数字技术人口和科技研发人口两个变量的数据来自2010年和2020年的《中国城市统计年鉴》;就业结构和人口流动数据来自各省市的统计年鉴。

## (三) 描述性统计与数据校准

表2所示为8个前因条件变量和结果变量的描述性统计结果。由于原始数据除了流动人口和性别结构外,均为小于1的比值,所以标准差相对较小。由表2可知,从六普到七普,结果变量和前因条件变量均有不同程度的提高,说明长三角地区绿色创新水平和人口质量均得到改善,老龄化程度也有所加剧。绿色创新水平两次普查的标准差为0.026和0.028,仅稍高于数字技术人口和科技研发人口2个变量,低于或远远低于其他6个变量。这在一定程度上表明,长三角各个城市之间绿色创新水平有所差异,但其人口结构存在的差异更大,特别是反映人口质量的社会经济结构指标(受教育程度和就业结构)在各地区差异明显,一定程度上说明不同的人口结构组合均有

可能产生高绿色创新水平。

根据fsQCA方法的逻辑,每一个前因条件变量和结果变量均为一个独立的集合,集合中每个样本均有隶属分数,而原始数据只能表示数据与数据之间的相对关系,不符合fsQCA定性比较分析的逻辑。校准就是给每个样本赋予集合隶属分数的过程,使研究结果具有可解释性。本文根据前因条件变量与结果变量的数据类型,运用直接校准法,借鉴杜运周等人<sup>[10]</sup>的校准标准,将1个结果变量和8个前因条件变量的完全隶属校准点、交叉校准点和完全不隶属校准点分别设定为0.95分位、0.5分位和0.05分位。同时,为了防止出现矛盾组态,本文将处于最大模糊点的值0.500改为0.501<sup>[45]</sup>。前因条件变量和结果变量的校准信息如表2所示。

## 三、结果分析

### (一) 单个前因条件的必要性分析

在进行组态分析之前,首先要确定某一条件变量是否单独构成结果的必要条件,并确定组态分析时present(出现)的选项。本文必要条件的检验采用NCA和fsQCA两种方法,并相互验证。

首先,运用R操作软件,基于NCA方法,采用CR和CE两种不同估计方法对8个前因条件变量进行必要性分析,分析结果如表3所示。在



表 2 变量校准与描述性统计结果

变量		完全隶属		中间点		完全不隶属		最小值		最大值		平均值		标准差	
		六普	七普	六普	七普	六普	七普	六普	七普	六普	七普	六普	七普	六普	七普
结果变量	<i>Y</i>	0.091	0.156	0.061	0.116	0.031	0.071	0.024	0.065	0.147	0.188	0.062	0.118	0.026	0.028
	<i>sex</i>	1.097	1.115	1.04	1.046	0.98	0.998	0.897	0.971	1.109	1.129	1.038	1.046	0.039	0.036
	<i>old</i>	0.140	0.200	0.086	0.155	0.019	0.117	0.013	0.116	0.156	0.227	0.08	0.157	0.039	0.029
	<i>col</i>	0.192	0.293	0.071	0.134	0.039	0.092	0.026	0.067	0.261	0.352	0.09	0.156	0.050	0.063
	<i>sec</i>	0.559	0.514	0.382	0.345	0.209	0.262	0.197	0.235	0.609	0.563	0.383	0.367	0.114	0.080
	<i>tec</i>	0.019	0.06	0.01	0.01	0.005	0.006	0.004	0.004	0.028	0.086	0.011	0.016	0.005	0.018
	<i>res</i>	0.037	0.035	0.011	0.014	0.005	0.006	0.005	0.004	0.059	0.053	0.015	0.016	0.011	0.010
	<i>cit</i>	0.733	0.833	0.555	0.657	0.315	0.438	0.28	0.42	0.893	0.893	0.553	0.667	0.136	0.114
	<i>flo</i>	1.366	2.568	0.964	1.182	0.809	0.338	0.753	0.203	1.641	3.751	1.036	1.200	0.215	0.688

NCA 方法中, 要想达成必要条件, 需要满足三个条件<sup>[43]</sup>: (1) 反映前因条件对结果在多大程度上是必要条件的效应量( $d$ )不小于 0.1; (2) 效应量是显著的, 即  $P < 0.05$ ; (3) CR 精确度达到 95% 以上。由表 3 分析可知, 六普时, 8 个前因条件均不满足成为必要条件的要求; 七普时, 8 个前因变量的效应量均有所提高, 其中有 3 个变量(数据技术人口、科技研发人口和城镇化程度)的效应量大于 0.1 且显著, 说明随着科学技术和经济的发展, 人口因素在长三角地区绿色创新中扮演着越来越重要的角色; 但这 3 个前因变量的 CR 精确度均小于 95%, 其他 5 个变量的效应量小于 0.1 或不显著, 显然它们不是高绿色创新的必要条件。

其次, 为了对结果进一步验证, 本文采用 fsQCA 方法计算绿色创新和非绿色创新的一致性和覆盖率, 再一次进行必要性检验。fsQCA 方法判断必要条件的标准为一致性阈值不低于 0.9<sup>[43]</sup>。

根据计算结果, 六普时, 8 个前因条件的一致性阈值为 0.5~0.7, 七普时为 0.5~0.8, 虽然有所提升, 但均低于标准阈值 0.9, 这意味着上述变量单独对绿色创新的解释能力较弱, 不具备必要性, 验证了 NCA 的结论。

本文还进一步分析了必要条件的瓶颈(结果见表 4)。由于 8 个前因变量均为连续变量, 所以运用 NCA 中的 CR 估计法。结果表明: 六普时, 要达到 60% 的绿色创新水平, 需要 3% 水平的性别比例, 其他 7 个条件都不存在瓶颈水平; 七普时, 条件有所提高, 要达到 60% 的绿色创新水平, 需要 0.3% 水平的老龄化比例, 7.5% 水平的信息就业人员比例, 7.5% 水平的科学研究就业人员比例, 其他 5 个条件也不存在瓶颈水平。

综上所述, 尽管 8 个前因条件对区域绿色创新的影响越来越大, 但均不对绿色创新单独构成必要条件, 且瓶颈水平也不高, 因此, 可以进一步

表 3 NCA 必要方法检验结果

前因条件	方法	精确度 /%		上限区域		范围		效应量 / $d$		$P$ 值	
		六普	七普	六普	七普	六普	七普	六普	七普	六普	七普
<i>sex</i>	CR	92.7	92.7	0.060	0.063	0.960	0.930	0.063	0.068	0.380	0.373
	CE	100	100	0.054	0.055	0.960	0.930	0.057	0.059	0.445	0.274
<i>old</i>	CR	100	95.1	0.004	0.026	0.920	0.920	0.005	0.028	0.659	0.660
	CE	100	100	0.009	0.015	0.920	0.920	0.010	0.016	0.621	0.794
<i>col</i>	CR	87.8	85.4	0.056	0.149	0.960	0.940	0.059	0.158	0.416	0.020
	CE	100	100	0.041	0.119	0.960	0.940	0.043	0.127	0.503	0.038
<i>sec</i>	CR	95.1	100	0.023	0.006	0.920	0.930	0.025	0.006	0.481	0.897
	CE	100	100	0.035	0.012	0.920	0.930	0.038	0.013	0.328	0.873
<i>tec</i>	CR	100	85.4	0.003	0.176	0.950	0.950	0.004	0.186	0.872	0.010
	CE	100	100	0.007	0.115	0.950	0.950	0.007	0.121	0.863	0.008
<i>res</i>	CR	100	85.4	0.001	0.200	0.950	0.950	0.001	0.211	0.927	0.001
	CE	100	100	0.002	0.093	0.950	0.950	0.003	0.098	0.927	0.017
<i>cit</i>	CR	85.4	85.4	0.060	0.152	0.950	0.910	0.063	0.166	0.296	0.027
	CE	100	100	0.045	0.179	0.950	0.910	0.047	0.197	0.375	0.004
<i>flo</i>	CR	95.1	87.8	0.024	0.084	0.950	0.940	0.025	0.089	0.526	0.110
	CE	100	100	0.037	0.057	0.950	0.940	0.039	0.061	0.397	0.159

表4 必要性瓶颈

Y	六普								七普							
	sex	old	col	sec	tec	res	cit	flo	sex	old	col	sec	tec	res	cit	flo
0	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN
10	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN
20	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN
30	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN
40	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN
50	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN
60	3.4	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	NN	0.3	NN	NN	7.5	7.5	NN	NN
70	9.4	NN	NN	NN	0.3	NN	NN	NN	5.8	3.7	8.5	NN	26.8	29.9	16.5	3.4
80	15.5	NN	12.4	NN	0.9	NN	13.7	NN	16.7	7.0	37.6	NN	46.0	52.4	41.2	20.9
90	21.5	0.2	26.7	11.6	1.5	0.4	28.4	2.1	27.7	10.4	66.7	NN	65.3	74.9	66.0	38.4
100	27.6	9.6	41.1	31.6	2.1	2.1	43.1	50.2	38.6	13.7	95.8	20.8	84.6	97.3	90.8	55.9

进行组态分析。

## (二) 组态与路径分析

本文将原始一致性确定为0.8,由于为小样本分析,故将案例阈值设定为1,同时结合实际和PRI的自然间断,将六普PRI阈值设定为0.7,七普设定为0.8,并基于中间解进行组态分析。通过中间解与简约解的嵌套关系对比,识别每个组态的核心条件:既在中间解也在简约解中出现的条件为核心条件,只在中间解中出现的条件为边缘条件。

表5所示为六普和七普时长三角地区实现高绿色创新的1个和8个原始组态,其总体和各组态的一致性均高于最低标准的0.75<sup>[43]</sup>,说明各组态均是产生高绿色创新水平的充分条件,同时其总体覆盖度分别为0.289和0.546,表示该结果可以解释六普时28.9%和七普时54.6%产生高绿色创新的城市样本。很明显,七普时,组态较为丰富,

解释力较强。根据核心条件归类实现路径,具体分析如下:

### 1. 六普组态与路径分析:全面提升驱动型

根据表5所示,六普时,驱动长三角各城市实现高绿色创新的组态只有一个,其核心条件涵盖了区域空间结构2个指标和社会经济结构4个指标共6个前因变量,是一种依靠城市集聚效应和人口质量全面提升的多因素联合驱动路径,而且老龄化程度的加剧在城市绿色创新中也发挥了一定辅助作用。这种路径符合六普时长三角人口特征,即单一人口结构特征并未显化或突现,需要依赖人口的全方位提升共同驱动高绿色创新,代表性城市为上海市和杭州市。六普时期,我国经济处于总量驱动的高速增长阶段,创新驱动和绿色发展还未成为我国发展战略,这两个城市经济发展迅速,城市化进程较快,高校和科研机构林立,各种人才开始大量集聚,为城市绿色创新创造了

表5 组态分析结果

变量	六普		七普						
	组态 1	组态 1	组态 2a	组态 2b	组态 3a	组态 3b	组态 3c	组态 4a	组态 4b
<i>sex</i>		○	★	○		★	○	●	●
<i>old</i>	★	●	★	★	●	●	★	◆	◆
<i>col</i>	◆	◆	★	○	◆	◆	◆	★	◆
<i>sec</i>	◆	○	○	○	○	○	★	◆	◆
<i>tec</i>	◆	○	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
<i>res</i>	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆	◆
<i>cit</i>	◆	○	◆	◆	◆	◆	◆	○	★
<i>flo</i>	◆	○		○	◆	◆	◆	●	●
原始覆盖度	0.289	0.224	0.201	0.233	0.216	0.290	0.224	0.211	0.259
唯一覆盖度	0.289	0.041	0.013	0.014	0.005	0.0576	0.024	0.010	0.012
一致性	0.887	0.991	0.967	0.962	0.992	0.987	0.991	0.978	0.982
总体覆盖度	0.289				0.546				
总体一致性	0.887				0.976				

注:◆表示核心条件存在,●表示核心条件缺席,★表示辅助条件存在,○表示辅助条件缺席,空格表示无关紧要。

人口集聚和人口素质的相对优势, 形成了一条人口城市集聚—人口质量全面提升的多因素共生协同驱动的绿色创新发展路径。

## 2. 七普组态与路径分析: 8 个组态 4 条路径

路径一: 科教驱动型, 包括组态 1。该组态的核心条件为科技研发人口和受教育程度 2 个变量, 其他 6 个变量均为缺失条件。这表示无论人口的自然结构和地域空间结构如何, 只要城市人口有着高科研开发能力和受教育程度, 便能达到实现城市高绿色创新的目的, 体现了科研与教育对绿色创新的强大助推力。该组态的覆盖度为 22%, 代表城市为连云港市, 截至 2020 年 11 月 1 日, 该城市常住人口与户籍人口比为 0.8608, 城镇化程度为 65.15%, 在长三角地区没有相对优势; 但其从事科学研究和技术服务的人口占 2.22%, 居长三角前列, 且人口文化素质提升较快, 弥补了其他方面的缺失所带来的不足。这说明城市在其经济发展不占优势、缺乏流动人口和城镇规模化发展集聚效应的情况下, 通过提升人口的科技创新水平和文化素质, 同样可以实现高绿色创新的目标, 符合城市高绿色创新的“科研—教育驱动型”实现路径。

路径二: 城镇化—科技驱动型, 包括组态 2a 和 2b。组态 2a 指出以高城镇化程度、高数字技术人口和高科技研发人口为核心条件, 互补受教育程度、人口性别比和老龄化程度为边缘条件的人口结构生态, 可以产生高绿色创新。该组态的覆盖度为 22%, 典型城市为上海市和马鞍山市。与组态 2a 相比, 组态 2b 具有相同的核心条件, 但只需要辅以老龄化程度便可实现城市高绿色创新, 这说明即使在其他条件不足的情况下, 也可通过提升城镇化程度、人口的信息技术水平和科技创新水平来实现高绿色创新的目标, 代表城市为淮安市。以上海市为例, 该城市集中了丰富多样且高质量的人力资源, 诸多方面处于相对优势地位, 其城镇化程度和科技研发人口分别达 89.3% 和 5.34%, 高校数量 64 所, 均位居长三角之首, 占绝对优势, 体现了以城镇规模化发展和科技水平提升为主导的驱动高绿色创新的发展路径。

路径三: 城市集聚—科教驱动型, 包括组态 3a、3b 和 3c。3 个组态的核心条件均为反映区域空间结构的人口流动和城镇化程度以及反映人口

质量结构的数字技术人口、科技研发人口和受教育程度。组态 3a 缺失老龄化程度和就业结构, 代表城市有南京市和合肥市; 组态 3b 缺失老龄化程度, 需辅以合适的性别结构, 代表城市包括苏州市、无锡市、常州市和杭州市; 组态 3c 缺失性别结构, 需辅以适当老龄化程度和就业结构, 代表城市为镇江市。该路径说明: 当城镇集聚、科技水平和教育水平在驱动城市绿色创新中发挥核心作用时, 可以选择不同的边缘条件加以辅助, 均能实现城市高绿色创新。此路径主要涵盖了经济发达、城镇化水平高的苏南板块城市。以南京市为例, 2020 年, 其城镇化程度高达 86.6%, 各类高等教育院校 53 所, 科技研发人口占比为 4.2%, 仅次于上海市, 人口受教育程度也位居长三角地区第三, 为城市绿色创新提供了良好的人口生态, 体现了城市集聚—科技—教育驱动型的高绿色创新发展路径。

路径四: 科技—教育—老龄化驱动型, 包括组态 4a 和 4b。组态 4a 以数字技术人口、科技研发人口、就业结构和老龄化程度为核心条件, 以受教育程度为边缘条件, 核心条件缺失为人口流动和性别比例; 与组态 4a 相比, 组态 4b 多了受教育程度核心条件。这说明, 在城镇集聚效应不高的城市, 通过提高人口的科技水平、第二产业就业人口或者人口受教育程度, 合理利用人口老龄化的有利之处, 可以弥补区域空间结构和性别结构带来的不足, 实现高绿色创新。此路径的代表城市有盐城市和扬州市。据统计, 盐城市属于人口净流出地区, 扬州市基本持平, 但两地区的老龄化程度高达 18.37% 和 19.99%, 位居长三角地区之首, 且科技人口达到一定规模, 符合科技—教育—老龄化驱动型的高绿色创新发展路径。

## 四、结论与建议

### (一) 研究结论

新时代, 人口结构日趋多样化, 什么样的人口生态能产生区域高绿色创新水平? 本文探讨了六普和七普时长三角 41 个城市实现高绿色创新的不同人口组态和路径, 并比较分析其差异和变化。研究结论如下:

首先, 基于必要性分析, 相较于六普, 七普时, 人口的地域空间结构和社会经济结构均明显改善,



且对区域绿色创新贡献越来越大,但8个前因条件仍然不单独构成驱动长三角41个城市高绿色创新的必要条件,也不存在瓶颈现象,多种人口结构因素的联合作用才有利于实现城市高绿色创新。

其次,基于组态分析,六普时,长三角地区产生高绿色创新只有1个组态1条实现路径,七普时,有8个组态4条实现路径,同一种人口结构在与其他不同结构组合时均可产生高绿色创新。但六普时,产生高绿色创新的路径单一且所需核心条件多,必须依靠6个核心条件联合驱动才能实现;而七普时,产生高绿色创新的组态和路径较为丰富,依靠2~5个核心条件的驱动均可以达到目标,体现了不同城市高绿色创新的多重实现方式,且城市集聚和人口质量在城市高绿色创新中发挥着重要作用,符合新时代长三角地区人口发展的特征与趋势。

最后,基于组态核心条件分析,长三角地区产生高绿色创新水平的所有组态中,其核心条件均包含科技研发人口,说明提升城市科学研究和技术服务业人口占比对实现高绿色创新具有普适性作用;同时,8个组态的核心条件包含数字技术人口,6个组态的核心条件包含受教育程度和城镇化程度,反映人口科技文化水平提升和城镇规模化发展对长三角地区实现创新驱动和绿色发展战略发挥着重要作用。另外,七普时,老龄化程度对绿色创新的作用有所体现,出现在2个组态的核心条件中,这说明,与十年前相比,现阶段老年人的观念、素质、技能和经济能力等都有了很大变化,合理利用城市人口老龄化因素,同样能产生积极作用。

## (二) 政策建议

坚持因地制宜,制定人口政策。七普数据显示,与2010年相比,长三角人口数量激增,人口流动更趋活跃,城镇化程度加剧,人口素质明显提升,但人口特别是高学历人口向都市圈核心区域高度集聚,如南京、上海和苏锡常,而非核心城市受教育程度参差不齐,空间分布的非均衡程度显化,如亳州、阜阳、六安等城市。这虽然导致各城市在人口自然结构、社会经济结构和区域空间结构等方面存在显著差异,但并不一定制约这些城市实现高绿色创新。政府可根据各地的人口结构,选择相近的高绿色创新人口组态,制定适宜的人

口政策,避免一刀切或制定跟风式政策。

重视科教驱动,发挥城市集聚优势。七普数据显示,长三角地区拥有大学文化程度人数占比为20.791%,是全国平均水平的1.34倍,城镇人口突破1.67亿,流动人口规模庞大。上海42.5%的常住人口为外来人员,从事科学研究和技术服务业人口也居全国前列。这些人口结构为长三角地区绿色创新提供了强大的资源和优势。同时根据组态分析结果,科技人口、数字技术人口和城镇化程度协同驱动覆盖了67%以上的组态,受教育程度是6个组态的核心条件。因此,经济活跃的长三角地区,应充分利用其人口的科研、教育和城市集聚优势,这仍然是提高城市绿色创新的重要举措。

顺应人口态势,挖掘人口老龄化红利。七普数据显示,与2010年相比,长三角地区41个城市的人口老龄化程度均有不同程度的上升,其中上海上升幅度最大,总体呈现“少老双升、老化加剧”态势。组态效应表明,人口老龄化对驱动城市绿色创新具有积极作用。政府应重视“银发经济”的推动作用<sup>[8]</sup>,充分调研老龄人口的需求结构,研发老龄人产品和项目。同时,长三角地区高学历、高技能、高收入、高经验和高素质甚至是高消费的“六高”老龄人占比越来越多,科学合理利用、返聘退休人口,实现老龄人口由量到质的转变,增加老龄人的人口红利,也是提升城市绿色创新水平的重要措施。

本文结论对政府制定人口政策有一定的参考价值,但本文研究对象主要是经济发达的长三角地区,其他地区人口因素实现高绿色创新的路径如何,不同地区有何差异,这些均需进一步探讨;根据分析结果,本文只列示了每个组态与实现路径的代表城市,并未指出每个城市产生高绿色创新的具体组态与路径,也需进一步拓展研究。

## 参考文献:

- [1] 葛世帅,曾刚,胡浩,等.长三角城市群绿色创新能力评价及空间特征[J].长江流域资源与环境,2021,30(1):1-10.
- [2] LUCAS R E. On the Mechanics of Economic Development[J]. Journal of Monetary Economics, 1988, 22(1): 3-42.
- [3] 梁建章,黄文政.人口创新力:大国崛起的机会与陷

- 阱[M]. 北京: 机械工业出版社, 2018: 45-46.
- [4] 周 浩. 人口结构转变对中国经济增长的影响研究: 基于人口数量与人口质量的视角[D]. 济南: 山东大学, 2018.
- [5] 金 昊, 赵青霞. 人口结构转变如何影响技术创新: 基于省级面板数据的实证分析[J]. 宏观经济研究, 2019(12): 130-147.
- [6] 陈大峰, 闫周府, 王文鹏. 城市人口规模、产业集聚模式与城市创新: 来自 271 个地级及以上城市的经验证据[J]. 中国人口科学, 2020(5): 27-40, 126.
- [7] 崔婷婷, 陈 宪. 人口流动与城市创新能力: 来自中国副省级及以上城市的证据[J]. 科技管理研究, 2021(11): 23-30.
- [8] 马红梅, 杨 月. 人口老龄化、区域技术创新和产业结构升级: 基于面板门限回归模型的研究[J]. 科技管理研究, 2021(9): 52-62.
- [9] 魏下海, 金 钊, 王临风. 人口经济学[M]. 北京: 科学出版社, 2015: 76.
- [10] 杜运周, 贾良定. 组态视角与定性比较分析(QCA): 管理学研究的一条新道路[J]. 管理世界, 2017(6): 155-167.
- [11] 解学梅, 朱琪玮. 企业绿色创新实践如何破解“和谐共生”难题? [J]. 管理世界, 2021(1): 128-149.
- [12] 崔金宝, 王建民, 陈 杰. 长江三角洲城市群绿色创新效率时空差异研究[J]. 湖南工业大学学报, 2021, 35(6): 48-55.
- [13] 李金滢, 李 超, 李泽宇. 城市绿色创新效率评价及其影响因素分析[J]. 统计与决策, 2017(20): 116-120.
- [14] 何 音, 蔡满堂. 京津冀地区资源环境压力与人口关系研究[J]. 人口与发展, 2016, 22(1): 2-10.
- [15] GHANEM S K. The Relationship Between Population and the Environment and Its Impact on Sustainable Development in Egypt Using a Multi-Equation Model[J]. Environment Development and Sustainability, 2018, 20(1): 305-342.
- [16] 李国志, 李宗植. 人口、经济和技术对二氧化碳排放的影响分析: 基于动态面板模型[J]. 人口研究, 2010, 34(3): 32-39.
- [17] 李崇梅, 傅崇辉. 人口规模与废污水排放量关系的动态稳定性研究[J]. 资源科学, 2016, 38(6): 1169-1178.
- [18] BARRY C B. Rapid Population Growth and Environmental Stress[J]. International Journal of Health Services Planning Administration Evaluation, 1991, 21(2): 199-227.
- [19] 黄 茹, 梁绮君, 吕拉昌. 城市人口结构与创新能力的关系: 基于中国城市的实证分析[J]. 城市发展研究, 2014, 21(9): 84-91.
- [20] MERCHANT C. Earthcare: Women and the Environment[M]. New York: Routledge, 1995: 109-110.
- [21] 洪大用, 肖晨阳. 环境关心的性别差异分析[J]. 社会学研究, 2007, 22(2): 111-135, 244.
- [22] O'NEILL B C, CHEN B S. Demographic Determinants of Household Energy Use in the United States[J]. Population and Development Review, 2002, 28(10): 53-88.
- [23] 邵汉华, 汪元盛. 人口结构与技术创新[J]. 科学学研究, 2019, 37(4): 739-749.
- [24] FROSCH K, TIVIG T. Age, Human Capital and the Geography of Innovation Thünen-Series of Applied Economic Theory[R]. [S. l.]: Working Paper, 2009: 71.
- [25] 郑 猛, 陈明明. 人口老龄化、资源依赖与科技创新: 基于 2006—2015 年中国省级面板数据的实证研究[J]. 宏观质量研究, 2018, 6(3): 90-104.
- [26] MENZ T, KÜHLING J. Population Aging and Environmental Quality in OECD Countries: Evidence from Sulfur Dioxide Emissions Data[J]. Population and Environment, 2011, 33(1): 55-79.
- [27] 王雅楠, 孙养学, 李 威. 人口相关因素对碳排放的影响研究: 基于变截距模型的实证分析[J]. 生态经济, 2017, 33(12): 19-23.
- [28] 于 洋, 孔秋月. 京津冀城镇化、人口老龄化与碳排放关系的实证研究[J]. 生态经济, 2017, 33(8): 56-59, 80.
- [29] 陈 芳, 曹晓芸. 人口老龄化对绿色发展的影响研究: 以长三角为例[J]. 山东财经大学学报, 2021, 33(6): 34-44.
- [30] 孙博文, 张友国. 中国绿色创新指数的分布动态演进与区域差异[J]. 数量经济技术经济研究, 2022, 39(1): 51-72.
- [31] BURRUS R T, GRAHAM J E, JONES A T. Regional Innovation and Firm Performance[J]. Journal of Business Research, 2018, 88: 357-362.
- [32] 孙燕铭, 谌思邈. 长三角区域绿色技术创新效率的时空演化格局及驱动因素[J]. 地理研究, 2021, 40(10): 2743-2759.
- [33] 郑 涛, 彭丽杰, 万雪芬. 人口结构对我国区域创新影响的空间计量分析[J]. 燕山大学学报(哲学社会科学版), 2021, 22(1): 71-81.
- [34] 李 健, 周 慧. 中国碳排放强度与产业结构的关联分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2012, 22(1): 7-14.
- [35] 毕克新, 王禹涵, 杨朝均. 创新资源投入对绿色创新系统绿色创新能力的影响: 基于制造业 FDI 流入视角的实证研究[J]. 中国软科学, 2014(3): 153-166.
- [36] 张 桅, 胡 艳. 长三角地区创新型人力资本对绿色全要素生产率的影响: 基于空间杜宾模型的实证分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(9): 106-120.
- [37] 叶文平, 李新春, 陈强远. 流动人口对城市创业活跃度的影响: 机制与证据[J]. 经济研究, 2018(6): 157-170.
- [38] ZHAO P, ZHANG M. The Impact of Urbanisation on Energy Consumption: A 30-Year Review in China[J]. Urban Climate, 2018, 24: 940-953.

(下转第 82 页)