

承接产业转移地经济 - 人口 - 环境 协调发展研究

——以江西省赣州市为例

林 真

同济大学经济与管理学院, 上海

收稿日期: 2025年2月17日; 录用日期: 2025年3月15日; 发布日期: 2025年4月9日

摘 要

以赣州市为例, 基于耦合协调度模型, 研究其2012~2022年经济 - 人口 - 环境系统耦合协调度时空特征, 并探析未来协调发展难题。结果显示, 赣州市该系统耦合协调度处于较低水平且将持续; 2020年后人口、环境子系统成短板且持续时间长; 经济、人口、环境子系统综合发展指数两两正相关、相互促进; 未来协调发展面临老龄化加剧、高层次人才引进放缓压力。因此, 建议中西部承接产业转移地从创新驱动、完善人才制度、应对老龄化、绿色生态发展四方面采取措施。

关键词

高质量发展, 协调发展, 经济 - 人口 - 环境

Research on the Coordinated Development of Economy-Population-Environment in the Regions Undertaking Industrial Transfer

—A Case Study of Ganzhou City, Jiangxi Province

Zhen Lin

School of Economics and Management, Tongji University, Shanghai

Received: Feb. 17th, 2025; accepted: Mar. 15th, 2025; published: Apr. 9th, 2025

Abstract

Taking Ganzhou City as a case study, this paper employs the coupling coordination degree model to

investigate the spatio-temporal characteristics of the coupling coordination degree within the economic-population-environment system during the period from 2012 to 2022 and delves into the challenges for future coordinated development. The findings indicate that the coupling coordination degree of this system in Ganzhou City is at a relatively low level and is expected to persist in this state. Since 2020, the population and environment subsystems have emerged as the weak points and will likely remain so over an extended period. The comprehensive development indices of the economic, population, and environment subsystems exhibit positive correlations with one another, thereby mutually promoting development. In the future, the coordinated development of Ganzhou City will confront the dual pressures of an accelerating aging population and a deceleration in the introduction of high-level talent. Consequently, it is proposed that the central and western regions undertaking industrial transfer should implement measures in four aspects: driving development through innovation, perfecting talent cultivation and introduction mechanisms, addressing population aging, and promoting green ecological development.

Keywords

High-Quality Development, Coordinated Development, Economy-Population-Environment

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言与文献综述

在全球经济一体化与区域合作日益加深的今天,产业转移已成为推动区域经济协调发展的重要动力。中西部地区作为中国经济版图的重要组成部分,其承接东部沿海地区产业转移的过程,不仅关乎区域经济的转型升级与可持续发展,更深刻影响着经济、人口与环境的协调发展。本文旨在探讨中西部地区在承接产业转移的过程中,如何实现经济快速增长、人口合理流动与环境质量提升三者之间的和谐共生,以及新质生产力在其中扮演的关键角色。

产业转移,作为资源重新配置和产业优化升级的重要方式,为中西部地区带来了前所未有的发展机遇。通过承接产业转移,中西部地区不仅能够吸收东部地区的先进技术和管理经验,提升本土产业的竞争力,还能促进就业增长,优化人口结构,提高居民生活水平。然而,产业转移过程中也可能引发资源过度消耗、环境污染加剧等问题,对经济-人口-环境的协调发展构成挑战。

在此背景下,新质生产力的培育与发展显得尤为重要。新质生产力,作为推动经济社会高质量发展的核心力量,具有创新性强、附加值高、环境影响小的特点。通过加大科技创新投入,优化产业结构,提高资源利用效率,中西部地区可以在承接产业转移的同时,实现经济增长方式的转变,促进经济、人口与环境的协调发展。

本文将从理论分析与实证研究相结合的角度出发,以赣州市为例,深入探讨中西部地区承接产业转移的机遇与挑战,分析经济-人口-环境协调发展的内在机制,以及新质生产力在其中的推动作用。通过构建相应的理论框架与实证模型,本文旨在为中西部地区在承接产业转移过程中实现经济、人口与环境的协调发展提供科学依据与政策建议。

产业转移对承接地的经济、人口、环境会带来复杂的影响,同时也会带来创新能量、高层次人才。Zhang 等认为随着时间的推移,产业转移园区对经济发展的影响也越来越大。^[1]熊凯军从城乡收入这一角度也说明了这一点,并指出国家级承接产业转移示范区建设,能显著提高受到政策冲击地区城乡居民

收入水平，且对农村居民的收入具有更高的促进效应，降低城乡收入差距。[2]

在产业转移进程中，技术创新与高层次人才的协同作用成为破解“污染转移”悖论、实现经济 - 人口 - 环境协调发展的关键。陈景华的研究揭示了产业转移的三重效应：其技术效应通过清洁生产创新可将污染排放强度降低 12%~18%，有效对冲规模效应带来的环境压力，这种技术减排效能高度依赖承接地集聚的工程技术人才密度——当每万从业人员中环保工程师超过 5 人时，技术效应强度可提升 40% [3] Wang 进一步指出，产业转移中的碳排放控制本质是技术跃迁与结构升级的动态平衡，当承接地的绿色专利年增长率超过 8% 时，单位 GDP 碳强度下降速率可达传统路径的 2.3 倍[4]。这印证了张仁枫等学者的论断：承接产业转移必须与高层次人才引育形成共振——每增加 1% 的产学研合作项目，区域创新能力指数提升 0.37 个单位，且在新能源、新材料领域的技术溢出效应更为显著[5]。

高层次人才对协调发展的促进作用呈现多维特征：其创新外溢效应驱动经济系统提质，人力资本增值效应重塑人口结构，环境规制效应倒逼生态治理升级。何雄浪等研究显示，城市每万人高层次人才数量增加 1 个标准差，经济韧性指数提升 23%，这种提升 58% 来源于人才驱动的绿色技术创新[6]。颜银根发现的“循环累积效应”在技术人才流动中表现尤为突出：产业承接区每引入 1 名领军型人才，可带动 4.2 名高级技术人才集聚，并促使政府将环保投入占比提高 0.15 个百分点以构建人才友好型环境[7]。这种协同关系在 Liu 的研究中得到量化：拥有硕士以上学历的技术人才占比每提升 10%，制造业单位产值能耗下降 7.3%，且其环境技术采纳意愿比普通劳动者高 3.8 倍[8]。

实现协调发展需构建“技术 - 人才 - 制度”三螺旋机制。Wang Xinming 等强调，高层次人才的区位选择存在环境质量阈值效应——当 PM_{2.5} 年均值超过 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 时，人才流失率增加 22%，这倒逼地方政府将生态治理投资强度提升至 GDP 的 2.5% 以上[9]。鲍鹏程的实证研究表明，人才集聚度每提高 1 个单位，通过驱动绿色技术创新可使城市生态财富增长 0.83%，同时促使环保基础设施投资效率提升 19% [10]。这要求产业承接必须与人才政策深度耦合：在电子信息、高端装备等知识密集型产业，每亿元产值需配置 8-10 名高级技术人才，并配套建设人才公寓、国际学校等设施，使环境质量改善速度与产业升级速率保持 1:1.2 的协同增长关系。

习总书记在党的十九大报告中指出我国经济由高速增长阶段转向高质量发展阶段，关于经济、人口、环境协调发展的研究成果数量呈现出大幅增加趋势，协调发展已然成为高质量发展评价标准之一。宗鑫认为人口、经济与资源环境系统间耦合协调发展是实现区域社会经济高质量可持续发展的首要前提和主要途径。[11]在区域 - 经济 - 人口 - 环境三系统协调发展研究上，学者们进行了多区域、多层次的研究。刘永旺等研究发现在短期关系中，人口集聚、经济集聚与环境污染三者之间呈现单向环形因果关系；而在长期关系中，人口集聚、经济集聚与环境污染呈现双向环形因果关系。[12]Chen 等构建了城市环境 - 人口 - 经济系统评价指标体系以及耦合协调模型，并对中国 36 个主要城市的环境 - 人口 - 经济系统协调度展开了评价和对比分析。[13]何雄浪和史世姣认为人口流动和环境规制不仅能够对经济高质量发展产生直接的提升作用，而且存在协同效应和较强的空间溢出效应。[14]在特殊地区的协调发展上，程东亚和李旭东采用熵值法、耦合度、协调度等方法测度贵州乌蒙山区人口、经济与农业生态环境发展趋势，指出其可持续发展所存在的不协调不平衡之处。[15]宋洁构建人口 - 经济 - 环境系统的评价指标体系，基于耦合协调度模型和空间计量模型，探讨了 2007~2018 年黄河流域 9 省份的人口 - 经济 - 环境系统耦合协调度时空特征，并进一步探析了影响因素。[16]肖周燕等基于人口、经济与环境耦合协调视角，研究发现市场机制和政府调控有利于中国三大主要城市群发展质量的提升，但二者对不同城市群的影响方式与路径有所不同。[17]

文献评述：通过相关文献回顾发现产业转移会对承接地经济的发展产生重大的促进作用，但是同时会对承接地的人口、环境产生复杂且多向的影响，并非全是积极的影响。当前学者们对于经济、人口、

环境三者的耦合协调关系仍在不断探索中，因地区实情不一样，选取评价指标也有区别，所得耦合协调关系存在着不同的分析结论。对于耦合效应研究，国内目前普通使用的有环境库兹涅茨曲线、耦合协调度模型、空间回归模型等。但是，综合来说，耦合协调度是最为适合研究此类问题的方法。耦合协调度模型在全面性、直观性、定量分析、政策指导、适用性和动态评估等方面具有显著优势。这些优势使得模型在评估多个子系统或要素之间的协调性和整体均衡发展程度方面表现出色，为决策者提供了有力的支持。

在既往研究的指标体系中，学者并未将技术创新、高层次人才等指标一起纳入经济 - 人口 - 环境耦合协调的指标体系中。既往研究表明，技术创新与高层次人才在经济发展、人口优化、环境保护三个方面具有重要作用，在一定程度上能够推进经济跨越式发展、促进政府调整人口政策和加强地区环境保护。

鉴于科技创新、高层次人才等要素对承接产业转移地发展的深刻影响，基于耦合协调度模型，构建经济 - 人口 - 环境系统的评价指标体系，以赣州市为例，对承接产业转移地的经济 - 人口 - 环境协调发展进行研究，探讨承接地经济、人口、环境三者之间的发展矛盾，进而为承接地实现中国式现代化提供参考。

2. 评价指标体系与数据来源

2.1. 评价指标体系的构建

在现有研究的基础上，对关于经济 - 人口 - 环境研究的指标体系进行频数统计，基于指标数据的可得性，从中选取频数较高、获得学者广泛认可的指标，鉴于科技创新、高层次人才等要素对地区发展的深刻影响，确定了赣州市经济 - 人口 - 环境耦合协调发展的评价指标体系。而后对经济、人口、环境三个子系统的指标进行归纳和分析，进一步细化子系统的特征，分别从多个方面阐释经济、人口、环境子系统的内涵，评价指标体系见表 1。

Table 1. Evaluation index system for the coordinated development of the economy-population-environment
表 1. 经济 - 人口 - 环境协调发展评价指标体系

系统层	指标层	单位	指标属性	权重
经济	地区生产总值	亿元	+	0.0973
	规模以上工业企业单位数	个	+	0.1075
	第二三产业占 GDP 比重	%	+	0.0682
	进出口贸易总额占 GDP 比重	%	+	0.2755
	单位 GDP 能耗	吨标准煤/万元	-	0.0389
	城镇居民人均可支配收入	元	+	0.0878
	农村居民人均可支配收入	元	+	0.0930
	R&D 经费内部支出	万元	+	0.1381
	财政科学技术支出	万元	+	0.0937
	二三产业从业人数	万人	+	0.0982
人口	年末总人口数	万人	+	0.0900
	城镇化率	%	+	0.1509
	60 周岁及以上人口比重	%	-	0.0718
	初中毕业升入普通高中的升学率	%	+	0.1023
	教育支出	万元	+	0.1433

续表

环境	排放	普通高校(全日制)平均每万人口在校学生数	人	+	0.1945
		R&D 人员	人	+	0.1489
		工业废水排放量	万吨	-	0.1174
	治理	工业废气排放总量	亿立方米	-	0.0626
		工业固体废物产生量	万吨	-	0.0733
		工业固体废弃物综合利用率	%	+	0.0713
		城市污水处理率	%	+	0.0920
	状态	生活垃圾无害化处理能力	吨	+	0.1675
		财政节能环保支出	万元	+	0.1621
		城市绿化覆盖面积	公顷	+	0.1332
		公园绿地面积	公顷	+	0.1205

经济子系统发展评价分为规模、结构、质量和创新四个方面，其中经济创新方面以 R&D 经费内部支出和财政科学技术支出两个指标来衡量。人口子系统发展状况从规模、结构和质量来评价，而人口质量主要体现在教育方面，以此来反映高层次人才详情。为衡量人口质量，主要选取了初中毕业升入普通高中的升学率、教育支出、普通高校(全日制)平均每万人口在校学生数和 R&D 人员这四个指标。环境子系统分为排放、治理、状态三个方面，共有 9 个数据指标。排放方面体现环境子系统所承受的压力，治理方面则是表现对环境压力做出的响应，而状态主要是衡量人居环境。

由表 1 可以得出，对经济子系统影响最大的指标是进出口贸易总额，权重占比为 0.2755，其次为 R&D 经费内部支出，权重占比为 0.1381；对人口子系统中影响最大的两个指标分别为普通高校(全日制)平均每万人口在校学生数和城镇化率，权重占比分别为 0.1945 和 0.1509；对环境子系统影响最大的两个指标分别为生活垃圾无害化处理能力和财政节能环保支出，权重占比分别为 0.1675 和 0.1621。

2.2. 数据来源

原始数据来自于 2013~2023 年的《江西统计年鉴》《赣州统计年鉴》《赣州市国民经济和社会发展统计公报》。对于极少量的个别年份缺失数据，采用插值法补充完善。

3. 研究方法

3.1. 子系统综合发展水平

1) 数据标准化处理

由于经济、人口、环境三个子系统的指标属性、量纲存在差异，为消除其对评价结果的影响，对原始数据进行 Max-Min 标准化处理，同时考虑到后续取对数的计算要求，根据标准化后数据的小数位数，对标准化处理后的数据进行平移处理，平移值为 0.0001，处理后的数据范围在[0.0001, 1.0001]之间，正向指标和负向指标标准化处理如公式(1)所示：

$$y_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij} - \min(x_{ij})}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} + 0.0001 & \text{正向指标} \\ \frac{\max(x_{ij}) - x_{ij}}{\max(x_{ij}) - \min(x_{ij})} + 0.0001 & \text{负向指标} \end{cases} \quad (1)$$

其中, x_{ij} 为第 i 年的第 j 项指标, $\max(x_{ij})$ 和 $\min(x_{ij})$ 分别为第 j 项指标的最大值和最小值, y_{ij} 为标准化后的第 i 年的第 j 项指标。

2) 熵值法确定指标权重

计算第 i 年的第 j 项指标占该指标的比重, 其中 m 为与样本数有关自然数 11:

$$P_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{i=1}^m y_{ij}} \quad (2)$$

计算第 j 项指标的熵值 e_j :

$$e_j = -k \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln P_{ij}, \quad k = \frac{1}{\ln m} \quad (3)$$

计算第 j 项指标的差异系数 d_j :

$$d_j = 1 - e_j \quad (4)$$

计算第 j 项指标的权重 ω_j , 其中 n 为与子系统指标数量有关的数:

$$\omega_j = \frac{d_j}{\sum_{i=1}^n d_j} \quad (5)$$

3) 子系统的综合发展指数

对经济、人口、环境三个子系统的综合发展指数进行计算, 见式(6)~(8):

$$U_1 = \sum_{j=1}^n \omega_j P_{ij} \quad (6)$$

$$U_2 = \sum_{j=1}^n \omega_j P_{ij} \quad (7)$$

$$U_3 = \sum_{j=1}^n \omega_j P_{ij} \quad (8)$$

3.2. 耦合协调度模型

1) 耦合度模型

耦合度 C 的计算公式:

$$C = 3 \left(\frac{U_1 U_2 U_3}{(U_1 + U_2 + U_3)^3} \right)^{1/3} \quad (9)$$

2) 耦合协调度模型

计算协调发展指数 T , 式中 α 、 β 、 γ 分别为 3 个子系统的待定系数, 该系数的大小分别反映经济、人口、环境子系统的重要程度, 鉴于三个子系统同等重要和对相关文献的参考, 确定 $\alpha = \beta = \gamma = 1/3$:

$$T = \alpha U_1 + \beta U_2 + \gamma U_3 \quad (10)$$

计算耦合协调度 D :

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (11)$$

当前学界将系统耦合协调度按照大小分为 10 个等级，如表 2 所示：

Table 2. Types of coordinated development of economy-population-environment
表 2. 经济 - 人口 - 环境协调发展类型

协调发展阶段	耦合协调度(D)区间	协调发展类型	阶段特征
协调发展	[0.9, 1.0]	优质协调	整个系统处在协调有序发展阶段，并且各个子系统间同步发展
	[0.8, 0.9)	良好协调	
	[0.7, 0.8)	中级协调	
	[0.6, 0.7)	初级协调	
过渡发展	[0.5, 0.6)	勉强协调	整个系统处于过渡阶段，向好或向坏
	[0.4, 0.5)	濒临失调	
失调衰退	[0.3, 0.4)	轻度失调	整个系统的耦合协调发展水平低，各个子系统的发展存在差距，整体失调
	[0.2, 0.3)	中度失调	
	[0.1, 0.2)	严重失调	
	[0, 0.1)	极度失调	

4. 耦合协调度实证分析

4.1. 子系统综合发展水平分析

经过前述计算可分别得出赣州市经济综合发展指数 U_1 、人口综合发展指数 U_2 、环境综合发展指数 U_3 以及协调发展指数 T 。由图 1 和表 3 可知，赣州市经济综合发展指数在 2012~2022 年期间呈上升趋势，并且从趋势上明显呈现出三个阶段，即 2012~2016 年、2016~2020 年、2020~2022 年，增速在加快。2016 年以前，赣州市主要是以承接市外产业转移为主，通过打造赣南承接产业转移示范区来推动经济发展。在这期间，赣州市经济规模、结构、质量以及创新这四个方面的指标得分齐头并进。2019 年以后，经济子系统在经济结构指标得分远超其他三个方面，如图 2 所示。2016 年开始，赣州市“十三五”着力于创建江西名牌，依托稀土、钨矿等，创建优势产业名牌产品，着眼于电子信息、高端装备等未来战略性新兴产业名牌产品，同时打造轻纺、建材等传统制造业名牌产品，并且扶持特色农业名牌、现代服务业名牌以及构建品牌示范区。从指标得分上看，这一时间段赣州市进出口贸易总额、R&D 经费内部支出增幅远超其他指标，是经济快速增长的重要因素。这也在一定程度上说明进出口贸易和技术创新可以推动经济实现跨越式发展。2020 年以后，赣州市除了加强高新技术企业产业集群外，还着力于引进、培育高层次人才，并且进一步融入粤港澳大湾区；在数据上显示，赣州市的规模以上工业企业数量和进出口贸易总额进一步增长，同时，赣州市的科技创新活动获得更多的资金投入。在多种举措进行下，赣州市的经济综合发展指数从 0.0158 增长至 0.2663，其最直观的体现便是赣州市地区生产总值从 2012 年的 1700.86 亿元增长至 2022 年的 4523.63 亿元，11 年间跨过三个千亿元台阶。由此可见，自党的十八大以来，赣州市经济不仅保持高速增长，而且增速尚未减弱。以单位 GDP 能耗、城镇和农村居民人均可支配收入为内涵的经济质量在经济增长的背景下也表现突出，单位 GDP 能耗在 2013 年达到峰值后一直在降低，这表明赣州市的产业结构在调整，节能降耗政策落到了实处；同时城镇和农村居民的人均可支配收入保持了同步增长，赣州市人民幸福感增强，但是这不可避免地拉大了城乡差距。



Figure 1. The comprehensive development index and coordinated development index of the economy-population-environment system in Ganzhou city from 2012 to 2022

图 1. 2012~2022 年赣州市经济 - 人口 - 环境综合发展指数及协调发展指数

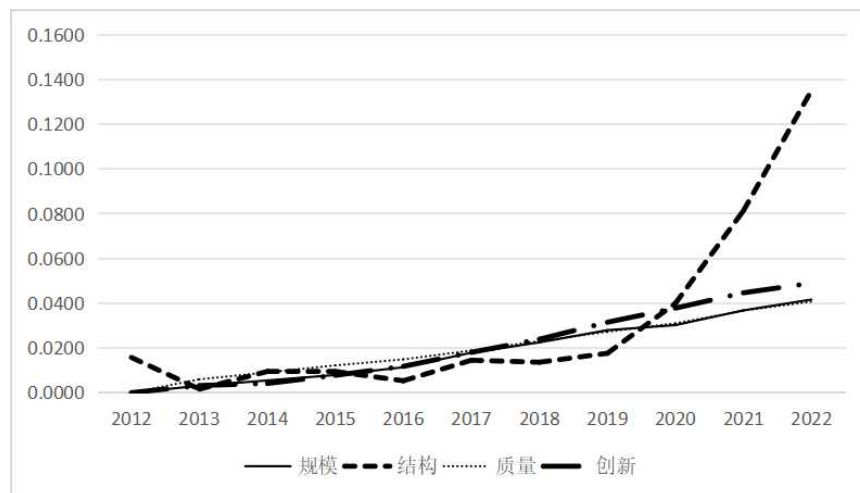


Figure 2. Scores of all aspects of the economic subsystem

图 2. 经济子系统各方面得分

人口综合发展指数与环境综合发展指数均呈现出“V”形波动上升趋势，前者在 2017 年有明显的下降，而后者则在 2018 年达到波动峰值 0.1498 后有明显下降，并在 2019 年后波动回升至研究期峰值 0.1538。人口综合发展指数在 2017 年发生下降的主要原因是在人口质量上发生了变化。2017 年普通高校(全日制)平均每万人口在校学生数相较于其他指标为下降，这是导致人口综合发展指数在 2017 年降低的主要原因。由图 3 可知，人口子系统的质量得分远高于规模、结构得分。在 2015 年，人口质量得分出现陡增，其主要原因是普通高校(全日制)平均每万人口在校学生数出现剧烈增长。此后，人口质量得分整体均呈现出稳步增长的趋势。由此可知，在引进高层次人才方面，赣州市一直在努力，但是还未完全发掘潜力。赣州市政府与本省江西财经大学共建研究院，但是与南昌大学、中央财经大学、北京邮电大学等知名高校只是达成了初步的合作意愿，与高校和研究机构的合作成效仍需要时间检验。为了吸引和留住高层次人才，赣州市政府为高层次人才提供良好的工作和生活环境，相较于其他内陆城市并未有突出的优待政策。人口规模与人口结构的得分大致保持一致，这说明在这两方面政策步调基本保持一致。2022 年，赣州市老龄人口占比达到峰值 16.5%，这将给赣州市发展带来养老、劳动力不足等问题。

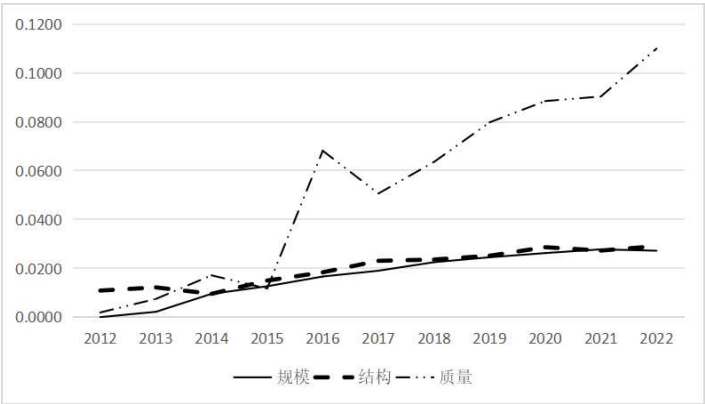


Figure 3. Scores of all aspects of the population subsystem
图 3. 人口子系统各方面得分

环境综合发展指数在 2019 年发生下降的主要原因是生活垃圾无害化处理能力陡然降低 42.48%。2019 年，垃圾分类工作在全国地级及以上城市全面启动，垃圾减量化势在必行，因此赣州市的生活垃圾无害化处理能力相应地做出了调整。

在 2012~2022 年间，经济、人口、环境三个子系统的综合发展指数整体为上升趋势。随着赣州市经济迅速发展，人口、环境正从赣州市发展的优势地位转变为赣州市经济发展的短板，人口问题、环境保护问题正成为赣州市协调发展的巨大挑战。根据图 1 和表 3，经济综合发展指数在 2013~2019 年间始终低于人口综合发展指数和环境综合发展指数，其中在 2015 年三者接近，但是随后又被拉开距离；在 2020 年，经济综合发展指数正式超越人口综合发展指数和环境综合发展指数，并且在 2021 年和 2022 年继续拉大差距。2019 年以前，经济综合发展指数是赣州市发展的短板，但在之后又受制于人口综合发展指数、环境综合发展指数。尽管 11 年间人口综合发展指数、环境综合发展指数呈现出明显的波动性，但是赣州市经济 - 人口 - 环境协调发展指数始终保持增长趋势，经济、人口、环境三个子系统协调发展水平一直在上升。

Table 3. The comprehensive development indices of the economy, population-environment and the coupling coordination degree in Ganzhou city from 2012 to 2022
表 3. 2012 年~2022 年赣州市经济 - 人口 - 环境综合发展指数及耦合协调度

年份	经济综合 发展指数 U_1	人口综合 发展指数 U_2	环境综合 发展指数 U_3	协调指 数 T	耦合度 C	协调发 展度 D	协调发展 类型	制约因素
2012	0.0158	0.0128	0.0238	0.0175	0.9665	0.1299	严重失调	人口相对滞后
2013	0.0139	0.0218	0.0239	0.0199	0.9737	0.1391	严重失调	经济相对滞后
2014	0.0282	0.0362	0.0359	0.0334	0.9935	0.1822	严重失调	经济相对滞后
2015	0.0374	0.0393	0.0445	0.0404	0.9973	0.2008	中度失调	经济、人口相对滞后
2016	0.0434	0.1031	0.0651	0.0705	0.9397	0.2574	中度失调	经济、环境相对滞后
2017	0.0693	0.0927	0.1139	0.0920	0.9798	0.3002	轻度失调	经济、人口相对滞后
2018	0.0831	0.1096	0.1498	0.1142	0.9714	0.3331	轻度失调	经济相对滞后
2019	0.1043	0.1294	0.1260	0.1199	0.9955	0.3455	轻度失调	经济相对滞后
2020	0.1390	0.1433	0.1324	0.1382	0.9995	0.3717	轻度失调	环境相对滞后
2021	0.1995	0.1454	0.1309	0.1586	0.9837	0.3949	轻度失调	人口、环境相对滞后
2022	0.2663	0.1662	0.1538	0.1955	0.9697	0.4354	濒临失调	人口、环境相对滞后

4.2. 耦合协调度分析

表 3 和图 4 的耦合度以及其折线图表明，在 2012~2022 年中，赣州市经济 - 人口 - 环境的耦合度大小一直保持在 0.9 至 1 这个区间，由此可知，三个子系统具有高度耦合性。其协调发展度呈现出稳步上升的趋势。由此可知，赣州市经济 - 人口 - 环境系统处于高耦合、低协调的状态。

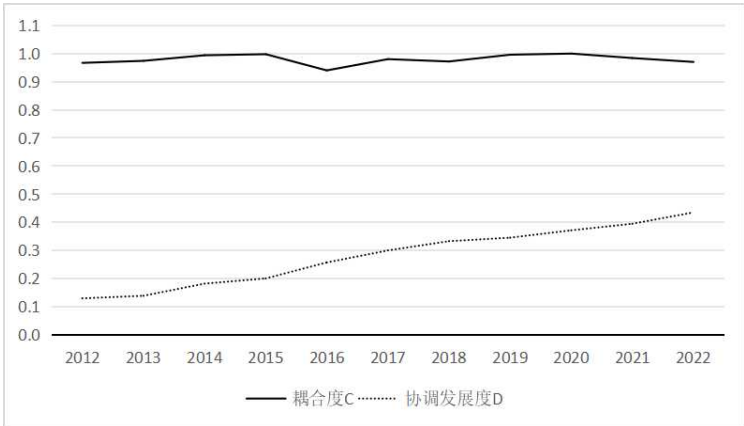


Figure 4. The coupling degree and coupling coordination degree of the economy-population-environment in Ganzhou city from 2012 to 2022

图 4. 2012~2022 年赣州市经济 - 人口 - 环境耦合度、耦合协调度

为了进一步检验赣州市经济综合发展指数、人口综合发展指数、环境综合发展指数三者之间的关系，需要检验这三个指数的相关性。首先，分别检验三个指数的正态性，每个指数数据分别包含了 11 个样本，样本量小于 50，因此检验结果主要参照 Shapiro-Wilk 检验。根据表 4 可知，经济综合发展指数、人口综合发展指数、环境综合发展指数检验 P 值均大于 0.05，即说明三个指数都没有呈现出显著性；另外，所得峰度和偏度绝对值说明样本数据虽然不是绝对正态，但是基本可接受为正态分布，这意味着可以接受原假设(原假设：数据呈正态分布)。综上所述，经济、人口、环境综合发展指数均具备正态性特质。

Table 4. Normality test of economic-population-environmental composite development index in Ganzhou city from 2012 to 2022

表 4. 2012 年~2022 年赣州市经济 - 人口 - 环境综合发展指数的正态性检验

名称	样本量	平均值	标准差	偏度	峰度	Kolmogorov-Smirnov 检验		Shapiro-Wilk 检验	
						统计量 D 值	p	统计量 W 值	p
经济综合发展指数	11	0.091	0.081	1.223	0.796	0.175	0.454	0.868	0.072
人口综合发展指数	11	0.091	0.055	-0.231	-1.564	0.191	0.317	0.913	0.261
环境综合发展指数	11	0.091	0.052	-0.208	-1.968	0.215	0.164	0.856	0.051

Table 5. Pearson correlation test of economic-population-environmental composite development index in Ganzhou city from 2012 to 2022

表 5. 2012 年~2022 年赣州市经济 - 人口 - 环境综合发展指数的 Pearson 相关性检验

		经济综合发展指数	人口综合发展指数	环境综合发展指数
经济综合发展指数	相关系数	1		
	p 值	-		
人口综合发展指数	相关系数	0.872	1	

续表

环境综合发展指数	p 值	0.000	-	
	相关系数	0.805	0.928	1
	p 值	0.003	0.000	-

在验证赣州市经济、人口、环境综合指数的正态性后，检验三者的 Pearson 相关性。由表 5 可知，三个子系统两两之间的相关系数分别为 0.872、0.805 和 0.928，并且都呈现出检验 p 值小于 0.01 的显著性，这进一步说明赣州市经济、人口和环境三个子系统的发展水平两两之间均存在显著的正相关关系。

2012~2022 年，赣州市经济 - 人口 - 环境耦合协调度呈现出稳步上升趋势，从 2012 年的 0.1299 上升至 2022 年的 0.4354，同时其协调发展类型也从严重失调逐步演化为濒临失调，未来将向过渡阶段发展。整体来说，赣州市经济 - 人口 - 环境协调发展类型均在失调衰退阶段，但是三者的耦合度在 2012~2022 年均保持在 0.9 以上，并在 2020 年达到峰值 0.9995。经济子系统的发展速度远超人口、环境子系统，进而使得耦合度略有下降。但是，整体来说三个子系统均呈上升趋势，其耦合协调度将进一步提升，赣州市经济 - 人口 - 环境协调发展类型将迈向过渡阶段。以 2020 年为分界点，划分为均衡调整期(2012~2019)与创新突破期(2020~2022)。前一阶段系统协调度年均增速 18.3%，经济、人口、环境综合指数分别从 0.0158、0.0128、0.0238 提升至 0.1043、0.1294、0.1260，环境治理优先特征明显；后一阶段受疫情催化与新政策驱动，协调度增速跃升至 40.6%，经济综合指数(0.2663)远超环境(0.1538)，数字经济成为主导驱动力。两阶段对比显示，2020 年经济综合指数首次超越环境综合指数，标志增长范式从“生态优先”转向“创新驱动”。

第一阶段：均衡调整期(2012-2019 年)。此阶段经济、人口、环境综合指数年均增速分别为 22.9%、42.3%、25.5%，环境治理与人口城镇化主导发展，但经济受生态约束。环境治理倒逼产业转型，2016 年赣州市关停 147 个稀土非法采矿点，推动环境综合指数同比激增 82.3%。人口红利释放显著，“稀土工匠”计划投入 12 亿元，技能劳动者占比提升至 28%，户籍改革拉动城镇化率年均增长 2.1%，消费增长明显。产业结构性矛盾突出，2019 年锂电扩张致环境综合指数回落 7.3%，稀土产业粗加工占比高，单位产值能耗高于全国均值 34%。

第二阶段：创新突破期(2020~2022 年)。此阶段经济综合指数以 38.3%的年均增速高速增长，而人口、环境综合指数的年均增速放缓，分别为 7.8%、5.2%，数字经济与绿色产业成为核心驱动力。创新驱动下，稀土产业的高值化与锂电产能的扩张推动经济综合指数飙升至 38.3%。数字技术赋能家具产业，数字化改造助力厂家降低运营成本、高端定制化转型。在人口结构和质量方面，赣州市表现出老龄化进程加速、人口质量提升趋缓的特点。全市 60 周岁及以上人口占比突破 14%的波动区间，于 2022 年达到峰值 16.5%，较“十三五”末提升 2.5 个百分点，人口年龄结构呈现明显的倒金字塔特征。老年人口抚养比攀升至 21.3%，较 2020 年提高 3.2 个百分点，标志着深度老龄化社会的到来。在人口质量方面，2022 年普通高校(全日制)平均每万人口在校学生数达 165.72 人，财政性教育经费支出年均增长 5.2%，R&D 人员全时当量突破 2.1 万人年。但各项指标增速较“十三五”时期回落 1.5~2.3 个百分点，显示人口质量提升动能有所减弱。

5. 结语

基于赣州市 2012~2022 年的面板数据，运用耦合协调模型，分析了赣州市经济 - 人口 - 环境系统的协调发展情况，得出了结论：2012~2022 年赣州市经济 - 人口 - 环境系统的耦合协调度呈现上升的发展趋势，但是仍处于较低水平的协调发展类型，未来还将持续一段时间。从整个研究期来看，赣州市经济 - 人口 - 环境系统的耦合协调发展存在阶段性特征，可分为两个阶段：均衡调整期(2012~2019 年)和创新

突破期(2020~2022 年)。从 Pearson 相关性分析得出：赣州市经济子系统、人口子系统、环境子系统的综合发展指数两两间存在显著的正相关关系，会互相促进发展。在对赣州市经济 - 人口 - 环境系统创新突破期(2020~2022 年)的分析中得出，赣州市未来的协调发展面临着老龄化加剧、高层次人才引进放缓的双重压力。

根据研究结论，从创新驱动发展、完善高层次人才的培养和引进制度、应对人口老龄化、绿色生态发展 4 个方面提出了推动承接产业转移地区经济 - 人口 - 环境系统进一步协调发展的建议，以促进承接地高质量发展。

1) 创新驱动发展。在 2012~2022 年中，对经济子系统影响最大的指标是进出口贸易总额，权重占比为 0.2755，其次为 R&D 经费内部支出，权重占比为 0.1381。经济子系统的发展依赖于进出口贸易，存在一定的停滞风险，以 R&D 经费内部支出和财政科学技术支出这两个指标为内涵的经济创新指标仍存在未开发的驱动力。针对当前稀土产业尖端产品不多的局面，赣州市政府应当加大力度引进生产稀土尖端产品的企业和研究稀土新材料的研究机构入驻。对于企业、研究机构的稀土新材料研究项目，赣州市政府应划拨配套资金以示支持，并奖励重大研究成果。对于县域特色产业，赣州市政府应加大支持力度，放权给县政府摸索产业规模化、品牌化发展之路，避免同质化竞争。

当前，通过创新产业园区孵化高新技术企业已然成为地区经济的新增长点。深圳清华大学研究院、中关村国际孵化器、珠海复旦创新研究院、启迪漕河泾智能制造孵化器等都做出了斐然的成绩。这些孵化器从运行机制或孵化模式上创新，加速科技成果转化，孵化出一大批高新企业，为当地经济增长做出贡献。作为后线城市，赣州市可以通过提供孵化器载体等方式，将创新驱动发展落到实处。

2) 完善高层次人才的培养和引进制度。人力资源在经济活动中起着主导作用，赣州市应围绕主导产业、优势产业和战略性新兴产业有针对性地在人才培养和引进方面完善制度。当前，赣州市现有 1 家科研院所、5 所本科院校，其中科研院所当前与南昌大学、江西理工大学分别有联合培养博士研究生的项目；赣州市本科院校只有江西理工大学 2 个一级学科博士点，分别是矿业工程、冶金工程。稀土是赣州市的“王牌”资源，目前稀土产业已经构建了“稀土矿采选 - 稀土冶炼分离 - 稀土合金、高纯氧化物 - 稀土永磁等功能材料及应用”的产业链，摆脱了过去初级加工为主的局面。但是相较于国内外高产值的稀土新材料及应用，赣州市稀土产业仍存在巨大差距。稀土新材料及应用的研发需要人才支撑，而赣州市恰巧缺乏国家顶尖稀土研究人才，因此，赣州市需要培养和引进人才。

在人才培养方面，江西理工大学应依托本校冶金工程、矿业工程等强势学科和当地稀土产业，加强与北京科技大学、中南大学、中国矿业大学等有类似强势学科专业的名牌高校合作，联合培养稀土产业选矿、分离、冶炼等环节的研究型人才；在稀土新材料及应用研究型人才的培养上，江西理工大学可以联合清华大学、北京航空航天大学、武汉理工大学等高校共同培养材料科学与工程研究生。通过有针对性地引导高校培养人才，为当地稀土产业输送人才，加强赣州市稀土创新能力。

在人才引进方面，赣州市应按照长期定居、柔性引才分别出台相关措施。对有意愿长期在赣州工作的人才，从居住、薪酬待遇、养老保险、医疗保健、个税补贴、科研保障等多个方面按级制定专项政策，并对稀土产业研究型人才给予重点关照。在柔性引才方面，可以从聘请咨询顾问、兼职聘用和项目合作三种角度来制定政策。第一种是聘请市外人才提供技术指导或服务；第二种是与人才所在单位达成协议，由该单位选派人才在一定时间内通过兼职的方式为赣州市提供服务；第三种是通过科研合作、技术入股、创新创业等方式，让市外人才深入参与赣州市项目，籍此帮助赣州市单位或企业实现业务创新和技术创新。

3) 应对人口老龄化。人口老龄化是地区经济社会发展到一定程度必然要面对的问题。赣州当前不仅面对着人口老龄化的压力，还需要遏制天价彩礼的不良之风。赣州应从结婚成本、婴幼儿照护、养老服

务和吸引外来人口四个方面入手，降低适婚青年生活压力，疏解地区人口老龄化的难题。

在结婚成本、婴幼儿照护方面，政府可以通过出台相关政策，如限制房价上涨、提供购房补贴、降低汽车购置税等，来减轻年轻人的经济压力；鼓励社会力量参与婴幼儿照护服务，建立多元化的婴幼儿照护服务体系，包括家庭、社区、机构等多种形式的照护服务，满足不同家庭的需求；倡导简约、理性的婚姻观念，鼓励年轻人根据自身经济条件合理安排婚礼和婚后生活，避免盲目攀比和浪费，引导人们树立正确的婚嫁观。

在养老服务、吸引外来人口方面，政府可以加大对养老服务的投入，同时鼓励社会资本进入养老服务领域，打造老年食堂、定期体检的农村社区，完善农村养老服务体系，减轻劳动人口的赡养压力；加强城市基础设施、公共服务体系建设，提高城市品质和宜居程度；增加更多的工作机会和酌情提升基础薪资水平，出台更多吸引外来人口的政策，如提供住房补贴、子女教育优惠等，降低外来人口的生活成本。

4) 绿色生态发展。赣州市应聚焦于工业三废源头，对稀土、锂电等支柱产业实施全链条治理与技术创新，争取建成全国革命老区绿色低碳发展示范区。

在稀土领域，赣州市应投入资金建设智能矿山监测系统，推广电动采掘装备，替代现有的柴油机械，降低采矿设备的碳排放；创建“尾矿修复 + 光伏”模式，在处理尾矿的基础上建设光伏电站，同步研发新型的尾矿、渗滤液处理技术，降低处理成本。在锂电产业强化生态约束，实施“水耗定产”政策，要求新建项目锂渣利用率 $\geq 85\%$ ，同时建设配套固废处理园区，引进或研发退役电池带电破碎技术。在东江流域部署智能水质监测浮标，构建“小水电收益反哺生态”机制，开发“丹霞碳汇”等碳汇交易品种，加速释放生态产品价值。

参考文献

- [1] Zhang, J., Qi, Y., Song, Y., Li, Y., Lin, R., Su, X., et al. (2023) The Relationship between Industrial Transfer Parks and County Economic Growth: Evidence from Guangdong Province, China. *Habitat International*, **139**, Article ID: 102894. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2023.102894>
- [2] 熊凯军. 产业转移示范区建设有助于缩小地区城乡收入差距吗?——基于国家级承接产业转移示范区准自然实验[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2022, 22(3): 123-136.
- [3] 陈景华. 区域产业转移对环境质量影响的机理分析[J]. 东南学术, 2019(1): 123-130.
- [4] Wang, Y. (2023) Influence of Industrial Transfer on Carbon Emissions in China: A Spatial Spillover Perspective. *Polish Journal of Environmental Studies*, **32**, 1849-1865. <https://doi.org/10.15244/pjoes/159077>
- [5] 张仁枫, 王莹莹. 承接产业转移视角的区域协同创新机理分析——兼论欠发达地区跨越式发展的路径创新[J]. 科技进步与对策, 2013, 30(7): 26-30.
- [6] 何雄浪, 王诗语. 人口高质量发展影响城市经济韧性的效应研究——基于新型人口红利视角[J]. 西南民族大学学报(人文社会科学版), 2024, 45(4): 95-105.
- [7] 颜银根, 王光丽. 劳动力回流、产业承接与中西部地区城镇化[J]. 财经研究, 2020, 46(2): 82-95.
- [8] Liu, Y. and Zhang, X. (2022) Does Labor Mobility Follow the Inter-Regional Transfer of Labor-Intensive Manufacturing? The Spatial Choices of China's Migrant Workers. *Habitat International*, **124**, Article ID: 102559. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2022.102559>
- [9] Wang, X., Qi, W., Liu, S., Liu, Z., Gao, P. and Jin, H. (2022) The Settlement Intention of Urban-to-Urban Migrants in China: Spatial Differences and Driving Factors. *Journal of Geographical Sciences*, **32**, 2503-2524. <https://doi.org/10.1007/s11442-022-2058-6>
- [10] 鲍鹏程, 黄磊. 创新人才集聚如何影响城市生态财富[J]. 山西财经大学学报, 2023, 45(5): 28-42.
- [11] 宗鑫. 人口、经济与资源环境系统耦合演进问题分析——以宁夏回族自治区为例[J]. 北方民族大学学报, 2020(3): 50-55.
- [12] 刘永旺, 马晓钰, 杨瑞瑞. 人口集聚、经济集聚与环境污染交互影响关系——基于面板协整和 PECM 模型的分析[J]. 人口研究, 2019, 43(3): 90-101.

-
- [13] Chen, M., Sun, Z., Wang, Y. and Guo, S. (2019) Evaluation of Coupling Coordination among the Urban Physical Environment, Economy, and Population: A Case Study of 36 Main Cities in China. *Advances in Civil Engineering*, **2019**, Article ID: 1576292. <https://doi.org/10.1155/2019/1576292>
- [14] 何雄浪, 史世姣. 人口流动、环境规制与城市经济高质量发展[J]. 财经科学, 2021(12): 78-91.
- [15] 程东亚, 李旭东. 贵州乌蒙山区人口-经济-农业生态环境耦合协调关系研究[J]. 世界地理研究, 2021, 30(1): 125-135.
- [16] 宋洁. 黄河流域人口-经济-环境系统耦合协调度的评价[J]. 统计与决策, 2021, 37(4): 185-188.
- [17] 肖周燕, 张亚飞, 李慧慧. 中国三大城市群高质量发展及影响因素研究——基于人口、经济与环境耦合协调视角[J]. 经济问题探索, 2023(9): 94-109.