

江西省数字新质生产力与水资源利用效率的耦合协调关系

顾东明¹, 胡小飞^{1,2}, 张佳宁¹, 陈美玲³

(1.南昌大学 公共政策与管理学院, 江西 南昌 330031; 2.江西省科技创新与中部地区经济社会发展软科学研究基地, 江西 南昌 330031; 3.江西财经大学 公共管理学院, 江西 南昌 330013)

摘要: [目的] 探究数字新质生产力与水资源利用效率的耦合协调关系、时空特征及影响因素, 为推动数字经济和水资源高效利用协同发展提供科学依据。[方法] 基于江西省地级市 2011—2022 年面板数据, 分别构建数字新质生产力与水资源利用效率的评价指标体系, 采用 Super-SBM 模型、核密度估计和地理探测器等方法探究二者耦合协调度的时空特征及其驱动因素。[结果] ①江西省数字新质生产力水平呈现逐年上升的趋势, 各地市间存在明显的差异。水资源利用效率呈现出较为平缓的先下降再上升, 再下降再上升的“W”型趋势, 整体效率有所下降。②耦合协调度呈现逐年上升趋势, 大多城市实现了失调向协调的转变, 空间上呈现“大连片, 小散落”的分布特征。未来几年耦合协调度呈现上升趋势, 大部分城市在 2027 年能够实现初级协调到良好协调的转变。③农业有效灌溉面积、地形、城镇化率和水资源禀赋是耦合协调度的主要驱动因子, 因子间的交互作用结果仅表现为双因子增强和非线性增强。[结论] 江西省数字新质生产力与水资源利用效率协调发展水平较低且城市间差异较大, 需制定区域差异化发展策略和优化多因子协同发展的政策支持体系, 实现数字新质生产力与水资源利用的均衡发展。

关键词: 数字新质生产力; 水资源利用效率; 耦合协调; 江西省

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2025)04-0326-11 中图分类号: TV213.4, TV213.9

文献参数: 顾东明, 胡小飞, 张佳宁, 等. 江西省数字新质生产力与水资源利用效率的耦合协调关系[J]. 水土保持通报, 2025, 45(4): 326-336. Gu Dongming, Hu Xiaofei, Zhang Jianing, et al. Coupled coordination relation of digital new quality productivity and water resources utilization efficiency in Jiangxi Province [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2025, 45(4): 326-336. DOI: 10.13961/j.cnki.stbctb.2025.04.031; CSTR: 32312.14.stbctb.2025.04.031.

Coupled coordination relation of digital new quality productivity and water resources utilization efficiency in Jiangxi Province

Gu Dongming¹, Hu Xiaofei^{1,2}, Zhang Jianing¹, Chen Meiling³

(1.School of Public Policy and Management, Nanchang University, Nanchang, Jiangxi 330031, China; 2.Soft Science Research Base on Science and Technology Innovation and Economic and Social Development in Central China, Nanchang, Jiangxi 330031, China; 3.School of Public Administration, Jiangxi University of Finance and Economics, Nanchang, Jiangxi 330013, China)

Abstract: [Objective] The coupling coordination relationship, spatiotemporal characteristics and influencing factors between digital new quality productivity and water resource utilization efficiency were explored, in order to provide a scientific basis for promoting the synergistic development of the digital economy and high-efficiency water resource utilization. [Methods] Using panel data of prefecture-level cities in Jiangxi Province from 2011 to 2022, the evaluation index system was constructed for digital new quality productivity and water resource utilization efficiency. The Super-SBM model, kernel density estimation, and geographical detector methods were employed to analyze the spatiotemporal characteristics of their coupling coordination degree and its driving factors. [Results] ① The level of digital new quality productivity in Jiangxi Province exhibited a year-by-year increasing

收稿日期: 2025-03-25

修回日期: 2025-05-12

采用日期: 2025-05-13

资助项目: 国家自然科学基金项目“氮磷添加对亚热带森林中微量元素内循环的影响”(32060263); 江西省社会科学基金项目“新质生产力对江西省碳排放效率的影响效应及提升路径”(25GL09)

第一作者: 顾东明(1999—), 男(汉族), 江西省赣州市人, 博士研究生, 研究方向为资源与环境管理。Email: 352700240011@mail.ncu.edu.cn.

通信作者: 胡小飞(1974—), 女(汉族), 江西省新余市人, 博士, 教授, 研究方向为资源与环境管理。Email: huxiaofei@ncu.edu.cn.

trend, with significant disparities among the cities. Water resource utilization efficiency demonstrated a relatively stable “W”-shaped trend, namely, initially declining, then rising, declining again, and rising once more, resulting in an overall decline in efficiency. ② The coupling coordination degree showed a year-by-year increasing trend, with most cities transitioning from disorder to coordination. Spatially, it presented a distribution pattern characterized by large contiguous areas with small, scattered patches. The degree of coupling coordination is projected to increase in the future, with most cities expected to transition from primary to good coordination by 2027. ③ The primary driving factors of coupling coordination included effective agricultural irrigation area, topography, urbanization rate, and water resource endowment. The interaction effects between these factors manifested primarily as two-factor and nonlinear enhancements. [Conclusion] The level of coordinated development between digital new quality productivity and water resource utilization efficiency in Jiangxi Province was relatively low, with significant disparities among cities. Formulating regionally differentiated development strategies and optimizing policy support systems for multi-factor synergistic development is essential for achieving balanced progress in digital new quality productivity and water resource utilization.

Keywords: digital new quality productivity; water resources utilization efficiency; coupling coordination; Jiangxi Province

随着全球经济的快速发展与资源消耗压力的持续增大,可持续发展理念已成为各国经济社会发展的重要指导思想。作为经济社会发展的基础要素之一,水资源的可持续利用对于促进全球社会经济和生态可持续性至关重要。近年来,水资源短缺已成为影响全球许多国家发展的关键问题。在中国,水资源问题尤为突出,尽管水资源总体丰富,但由于水资源时空分布不均,利用效率偏低等问题,依然面临严峻的水资源管理及保护挑战^[1]。与此同时,以数字化与智能化为特征的数字经济蓬勃发展,数字技术正深刻改变着生产方式、资源配置方式及社会运行模式。数字新质生产力作为数字经济时代的新型生产要素,以数字技术为核心,通过数据要素的乘数效应促进科技创新,提高全要素生产率,推动经济社会发展,涵盖人工智能、云计算、物联网等前沿技术,逐步成为推动经济结构转型升级和提升资源利用效率的重要动力^[2]。在此背景下,探究数字新质生产力与水资源利用效率之间的耦合协调关系及其驱动因素具有重要意义。数字新质生产力与水资源高效利用的协同发展具有显著的“双向赋能”特征,二者通过技术渗透、结构优化和系统协同实现相互强化。

(1) 数字新质生产力通过数据驱动和技术重构双重路径提升水资源利用效率。①基于数据分析和人工智能,构建水资源智能管理平台和水资源监测体系,可以实时监测水资源分配和使用情况,提高水资源循环利用效率^[3]。②数字新质生产力的发展能够促进技术创新,实现水务部门的数字化转型^[4],使得数字技术深度嵌入水资源分配与使用等环节,推动水资源处理技术的研发和节水设备的应用,从而提高水资源利用效率。

(2) 水资源高效利用通过提供物质基础和构建绿色基础两条路径反哺数字新质生产力的发展。①水资源高效利用能够促进绿色发展、技术提升和资源集约,为发展数字经济提供物质基础^[5],从而降低数字新质生产力发展所需要素成本,使得更多成本要素投入到数字改革和技术创新中,以促进数字新质生产力发展。②新质生产力本身就是绿色生产力,注重生态保护和资源的循环集约利用。水资源利用效率的提升意味着水资源利用更加高效和低碳,这为数字产业提供了更绿色、更经济的能源支持,是数字新质生产力绿色发展的重要保障^[6]。

目前学术界对数字新质生产力和水资源利用效率都进行了大量探讨。在数字新质生产力方面,主要集中于2个方面。①数字新质生产力的测度及其时空演化特征。现有研究以省份^[7]、城市^[8]为研究对象,构建相应的评价指标体系并采用熵权法等测算数字新质生产力发展水平。②数字新质生产力的经济社会效益分析。因数字新质生产力具有高科技、高效能、高质量等特征,已有研究探讨了数字新质生产力对经济高质量发展^[9]、产业链绿色转型等^[2]的影响,发现均能够产生正向推动作用。

在水资源利用效率方面的研究。主要集中于3个方面。①水资源利用效率的测度及其时空演化特征分析。基于数据可得性,大部分学者采用数据包络分析方法对中国省份^[10]、城市群^[11]、城市^[12-13]的水资源利用效率进行测算。②水资源利用效率的影响因素分析。现有研究基于各种角度探讨了环境规制^[14]、科技创新^[15]、经济发展水平等^[16]因素对水资源利用效率的影响,并提出相应水资源利用效率提升的政策建议。③水资源利用效率与其他系统的耦合

协调度研究。现有研究对水资源利用效率与生态系统服务^[17]、经济协调发展^[18]、城镇化等^[19]系统的耦合协调展开了探讨,以此寻求多系统的均衡协调发展。然而,现有关于数字新质生产力与水资源利用效率的整合研究较少。有学者对新质生产力与水资源利用效率的关系进行了初步探索,发现新质生产力对水资源利用效率存在显著的正向影响^[3]。

综上所述,尽管数字新质生产力与水资源利用效率的相关研究已取得一定进展,但现有研究多聚焦单一领域或静态分析,缺乏对二者耦合协调关系及其动态演化规律的深度探讨。同时,数字新质生产力与水资源利用效率耦合协调的未来趋势和驱动因子及其交互效应仍需进一步量化分析。本文构建数字新质生产力与水资源利用效率的指标体系,运用耦合协调度模型测算两者耦合协调度,分析其时空演化特征并探究驱动因子,以期为新质生产力与水资源高效利用的双向赋能提供实证参考。

1 材料与方 法

1.1 研究区概况

本文以江西省11个地级市为研究对象。江西省拥有丰富的水资源,省内有大小河流2400多条。水资源虽较为丰富,但仍存在水资源开发利用率低及水资源供需矛盾等问题^[20]。江西省积极推进产业升级和数字化转型,这为进一步研究数字新质生产力

与水资源利用效率的相互作用提供了丰富的实践场景。同时,江西省是中国中部地区的重要省份,近年来经济发展态势良好,其城市发展具有一定的代表性,能较好地反映出中部地区城市面临的普遍情况和发展趋势。

本研究数据主要来源于2011—2022年《中国城市统计年鉴》《江西省统计年鉴》、各地级市水资源公报和国家知识产权专利数据库等数据库。

1.2 评价指标体系构建

1.2.1 数字新质生产力

数字新质生产力主要包括高水平数字技术的劳动力、具备智能化特征的“新介质”劳动资料以及具有数字化特征的“新型材料”劳动对象。参考杨华等^[7]的研究,从数字劳动力、数字劳动对象、数字生产资料方面切入,构建了相应的评价指标体系(表1)。

1.2.2 水资源利用效率

水资源利用效率是指城市地区如何有效地管理和利用水资源以实现社会效益,同时减少资源消耗和环境影响,旨在平衡资源投入与经济增长和社会福祉等产出,并减轻环境外部性。借鉴相关学者的研究^[21],从投入和产出两个方面构建水资源利用效率评价指标体系。投入方面考虑资本、劳动力和资源,分别以固定资产投资、年末从业人数和用水量衡量;期望产出方面考虑经济、社会和生态收益,分别以GDP、常住人口和绿化覆盖面积衡量;非期望产出考虑水污染,以废水排放量衡量。

表1 数字新质生产力评价指标体系

Table 1 Evaluation index system of digital new quality productivity

一级指标	二级指标	三级指标	指标及其含义	指标属性	
数字新质劳动者	劳动者数量	数字服务从业人员占比	信息传输、软件和信息技术就业人员数占比/%	正向	
	劳动者质量	高等教育人数	普通高等学校在校学生数/人	正向	
数字新质劳动对象	数字新质产业	机器人数量	机器人数量与总人口比值/%	正向	
		人工智能发展	人工智能企业数量/个	正向	
		电信业务占比	电信业务总量/GDP/%	正向	
数字新质生产资料	有形生产资料	数字业务	邮政业务占比	邮政业务总量/GDP/%	正向
		电商交易额占比	电子商务销售额/GDP/%	正向	
		每百人互联网宽带接入端口数	互联网宽带接入端口数/总人口/%	正向	
数字新质生产资料	无形生产资料	移动电话用户数	每百人移动电话用户数量/户	正向	
		数字金融普惠水平	北京大学普惠金融指数	正向	
		研发投入	科技经费支出额/千元	正向	
		科技成果转化	专利转让数量/项	正向	
		科技创新水平	数字经济核心发明专利数量/项	正向	

1.3 研究方法

1.3.1 熵值法

熵值法是利用信息熵来判断数据的离散程度,

从而实现对各指标综合评价。本文运用熵值法计算各评价指标的权重,并通过加权得到数字新质生产力发展水平。

1.3.2 基于非期望产出的超效率SBM模型

超效率SBM模型结合了超效率DEA模型和SBM模型的优势,能够有效对处于前沿面的DMU进一步对比评价^[22],其模型为

$$\min \rho^* = \frac{1 + \frac{1}{M} \sum_{m=1}^M \frac{s_m^x}{x_{jm}^t}}{1 - \frac{1}{L+H} \left(\sum_{r=1}^L \frac{s_r^y}{y_{jl}^t} + \sum_{h=1}^H \frac{s_h^b}{b_{jh}^t} \right)} \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \begin{cases} x_{jm}^t \geq \sum_{j=1, j \neq 0}^n \lambda_j x_{jm}^t + s_m^x \\ y_{jl}^t \geq \sum_{j=1, j \neq k}^n \lambda_j y_{jl}^t - s_l^y \\ b_{jh}^t \geq \sum_{j=1, j \neq k}^n \lambda_j b_{jh}^t + s_h^b \\ \lambda_j \geq 0, s_m^x \geq 0, s_l^y \geq 0, j = 1 \dots n \end{cases} \quad (2)$$

式中: ρ^* 为水资源利用效率; x_j^t, y_j^t, b_j^t 分别代表投入、期望产出和非期望产出; m, l, h 分别代表投入、期望产出和非期望产出的个数; s_m^x, s_l^y, s_h^b 分别表示投入、期望产出及非期望产出的松弛变量; λ 为权重系数。

1.3.3 耦合协调度模型

参考前人研究^[23],构建数字新质生产力与水资源利用效率的耦合度模型:

$$C = 2\sqrt{U_1 \times U_2} / (U_1 + U_2) \quad (3)$$

式中: C 为数字新质生产力与水资源利用效率间的耦合度; U_1, U_2 分别代表数字新质生产力与水资源利用效率。 C 值越大,表明数字新质生产力与水资源利用效率耦合状态越好。在此基础上,采用协调度分析二者的协调状况或协调效应,数字新质生产力与水资源利用效率耦合协调度计算公式为

$$D = \sqrt{C \times T} \quad (4)$$

$$T = \alpha U_1 + \beta U_2 \quad (5)$$

式中: D 为数字新质生产力与水资源利用效率的耦合协调度; T 为数字新质生产力与水资源利用效率综合协调指数; α, β 为待定系数,本文认为数字新质生产力与水资源利用效率同等重要,故 $\alpha = \beta = 0.5$ 。根据测算出的两系统耦合协调度,将其按照等级进行划分: $D \in [0, 0.2]$ 为极度失调, $D \in (0.2, 0.4]$ 为一般失调, $D \in (0.4, 0.5]$ 为勉强协调, $D \in (0.5, 0.6]$ 为初级协调, $D \in (0.6, 0.8]$ 为良好协调, $D \in (0.8, 1]$ 为优质协调。

1.3.4 核密度估计

采用高斯核估计江西省城市数字新质生产力与水资源利用效率耦合协调度的核密度曲线,分析其区域差异特征。计算公式为

$$f(x) = \frac{1}{Nh} \sum_{i=1}^N K\left(\frac{x-x_i}{h}\right) \quad (6)$$

式中: $f(x)$ 为数字新质生产力与水资源利用效率耦合协调核密度函数的估计; N 为样本的个数; h 为带宽; K 表示高斯核函数。

1.3.5 GM(1,1)灰色预测模型

采用GM(1,1)灰色预测模型对2023—2028年耦合协调度进行预测。GM(1,1)灰色预测是一种预测灰色系统的方法,其基于一阶线性递推关系,通过对原始数据序列进行生成处理,将原始数据中的随机干扰逐步减弱,从而达到较高的预测精度。根据后验差比值(C)和小误差概率(P)可以判断模型的精度^[24],当 $C \leq 0.35$ 且 $P > 0.95$ 为优秀,当 $0.35 < C \leq 0.5$ 且 $0.8 < P \leq 0.95$ 为合格,当 $0.5 < C \leq 0.65$ 且 $0.7 < P \leq 0.8$ 为勉强合格,否则为不合格。

1.3.6 地理探测器

基于最优参数选择,运用地理探测器模型中的单因子探测和因子交互作用探测,分别探究江西省城市数字新质生产力与水资源利用效率耦合协调度驱动因子的解释程度及其交互作用力。

2 结果与分析

2.1 数字新质生产力与水资源利用效率测算

2.1.1 数字新质生产力

2011—2022年,江西省11个地级市数字新质生产力水平呈现逐年上升的趋势,发展水平为0.022~0.886。整体均值从2011年的0.053上升至2022年的0.137(图1),年均增长率为9.037%,表明江西省数字新质生产力得到了较好的发展。从城市来看,各城市数字新质生产力发展存在明显的差异。研究期内,南昌新质生产力水平始终排名第一,由0.178增长至0.884,年均增长率为15.661%,增速明显。作为江西省的省会,南昌拥有较为雄厚的经济基础和完善的基础设施,地理位置优越以及交通便利,为数字经济的发展提供了良好的条件。赣州处于第二的位置,由2011年的0.066上升至2022年的0.347,年均增长率为16.274%,增速较快但所有年份均值为0.163,与南昌始终存在较大差距。进一步发现,除了南昌和赣州之外,其余城市数字新质生产力水平为0.020~0.200,均值为0.077~0.119,低于全省均值,说明省内数字新质生产力发展存在较大差异。

2.1.2 水资源利用效率

2011—2022年,江西省城市水资源利用效率见图2。整体上来看,江西省水资源利用效率各年均大于1,处于有效状态,表明江西省水资源利用情况整

体较好。大致呈现较为平缓的先下降再上升、再下降再上升的“W”型趋势,效率值为0.705~2.055。两次上升的节点分别是2018年和2020年,2018年水资源利用效率上升原因可能在于2017年国务院发布《关于以流域生态综合治理为抓手打造河长制升级版的指导意见》,以加强水生态保护,有效促进了水资源利用效率提升^[25]。2020年水资源利用效率上升可能在于2019年末和2020年初受疫情影响,工业生产等活动中断,导致废水排放量减少^[26]。研究期间水资源利用效率有所下降,整体均值从2011年的1.203下降至2022年的1.101。这可能是江西省早期因工业化和城镇化进程加快,水资源利用压力增大,出现投入冗余问题,进而导致水资源利用效率降低。但随着水资源管理政策的加强和水资源管理技术的进步,使得水资源利用结构更加合理,水资源利用效率有所回升。

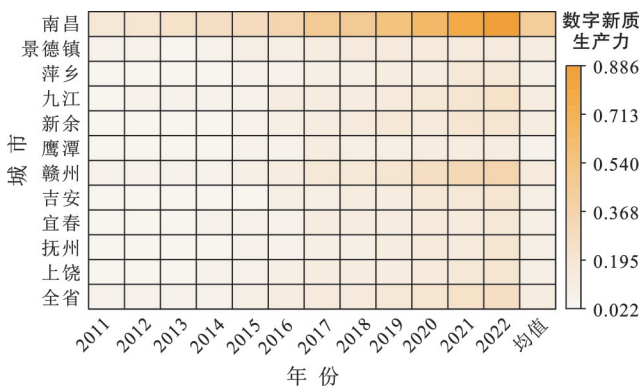


图1 2011—2022年江西省城市数字新质生产力
Fig.1 Digital new quality productivity of cities in Jiangxi Province during 2011—2022

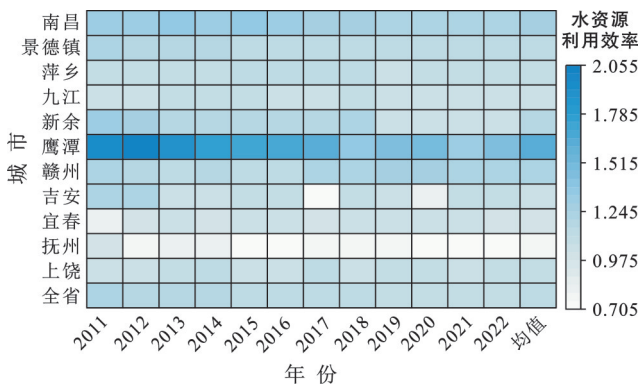


图2 2011—2022年江西省城市水资源利用效率
Fig.2 Water resources utilization efficiency of cities in Jiangxi Province during 2011—2022

从城市来看,各城市水资源利用效率在研究期间内存在波动,研究期间内大部分城市均处于有效状态。根据城市效率均值,将11个城市的水资源利用效率分为3个梯队。第一梯队为城市均值高于整

体均值的城市,按照效率值依次为鹰潭、南昌、赣州、新余和景德镇。这与这些城市水资源管理水平较高、节水技术应用广泛密切相关。其中鹰潭效率值虽然波动较大,但常年处于最高水平,可能是鹰潭作为江西最小的地级市,城区和工业区高度集中,供水管网损耗低,水资源利用管理效率高。第二梯队为城市均值低于整体均值但处于有效状态的城市,依次为萍乡、上饶、九江、吉安和宜春。其中吉安效率值在2017年和2020年出现了骤降的情况,究其原因在于这两年吉安市的污水排放量较大,对整体效率造成较大影响。第三梯队为城市均值低于整体均值且处于无效状态的抚州,该城市水资源利用效率低,可能是由于抚州是江西重要的粮食和蜜桔生产基地,农田灌溉用水常年占比70%以上,但其节水灌溉技术普及率不高,同时水环境治理效率偏低^[27],导致大量水资源浪费,水资源利用效率亟待提升。

2.2 数字新质生产力与水资源利用效率耦合的时空演变特征

2.2.1 时序特征

2011—2022年,江西省11个地级市数字新质生产力与水资源利用效率耦合协调度呈现逐年上升趋势,从2011年的0.324上升到2022年的0.508(表2)。2011年耦合协调度处于一般失调阶段,2016年实现了一般失调向勉强协调的转变,2022年实现了勉强协调向初级协调的转变,表明江西省数字新质生产力与水资源利用效率之间的耦合协调关系在逐步改善。但研究期内两者耦合协调度处于较低水平,仍存在较大的提升空间。从城市来看,虽然各城市数字新质生产力水平逐年上升,但水资源利用效率却呈现波动趋势,导致两者耦合协调度存在较大差异。南昌和赣州因数字新质生产力发展较为迅速,且水资源利用效率波动不大,两者耦合协调度均呈现逐年上升趋势,耦合协调度均值分别为0.658和0.480。抚州在数字新质生产力方面虽呈现逐年上升趋势,但因水平不高,增速缓慢以及其水资源利用效率低和波动较大,导致抚州耦合协调度常年低于0.3,处于一般失调状态。其他城市虽然水资源利用效率基本处于有效状态,但其数字新质生产力水平较低,发展较为缓慢,导致两者耦合协调度增长缓慢,耦合协调度均值为0.367~0.443。其中,鹰潭和吉安因水资源利用效率波动较大,耦合协调度呈现波动的态势。

2.2.2 空间特征

图3表明,核密度曲线分布重心不断向右偏移,表明江西省整体耦合协调度不断提高。从分布延展性来看,核密度曲线左右两侧均存在明显的拖尾现

象,表明同时存在耦合协调度较高和较低的城市,结合表2可以发现,所指城市分别是南昌和抚州。从波峰数量和形状来看,早期分布曲线表现为多峰形态,在后期实现了“多峰—单峰”的转变;主峰宽度先变宽后变窄,主峰高度呈现波动上升的趋势,具体表现为先下降后上升、再下降再上升。

波峰数量和形状的变化说明前期阶段和水资源利用效率的耦合协调度出现多极化的趋势。高低耦合协调度城市之间差距逐渐拉大,出现多层次分化的趋势,“马太效应”显著。江西省内数字新质生产力后期整体极化程度有所降低,城市之间的绝对差异减小。

表2 江西省城市数字新质生产力与水资源利用效率耦合协调度

Table 2 Coupling coordination degree of digital new quality productivity and water resources utilization efficiency

年份	城市											全省
	南昌	景德镇	萍乡	九江	新余	鹰潭	赣州	吉安	宜春	抚州	上饶	
2011	0.541	0.397	0.234	0.303	0.315	0.310	0.388	0.306	0.217	0.252	0.298	0.324
2012	0.555	0.376	0.261	0.335	0.326	0.399	0.372	0.336	0.296	0.182	0.274	0.337
2013	0.585	0.336	0.275	0.340	0.349	0.348	0.375	0.316	0.316	0.235	0.334	0.346
2014	0.607	0.382	0.305	0.355	0.338	0.387	0.376	0.308	0.321	0.245	0.350	0.361
2015	0.627	0.420	0.363	0.376	0.376	0.429	0.403	0.329	0.340	0.190	0.339	0.381
2016	0.652	0.428	0.375	0.415	0.434	0.462	0.444	0.382	0.361	0.156	0.397	0.410
2017	0.686	0.439	0.401	0.418	0.446	0.519	0.505	0.236	0.407	0.263	0.428	0.432
2018	0.680	0.461	0.429	0.422	0.481	0.476	0.530	0.437	0.406	0.281	0.429	0.457
2019	0.692	0.479	0.435	0.447	0.470	0.482	0.543	0.433	0.419	0.294	0.433	0.466
2020	0.723	0.476	0.442	0.473	0.450	0.509	0.592	0.354	0.441	0.226	0.459	0.468
2021	0.761	0.464	0.473	0.485	0.494	0.483	0.606	0.473	0.446	0.252	0.474	0.492
2022	0.781	0.463	0.478	0.512	0.484	0.506	0.620	0.495	0.457	0.298	0.492	0.508
均值	0.658	0.427	0.373	0.407	0.414	0.443	0.480	0.367	0.369	0.240	0.392	0.415

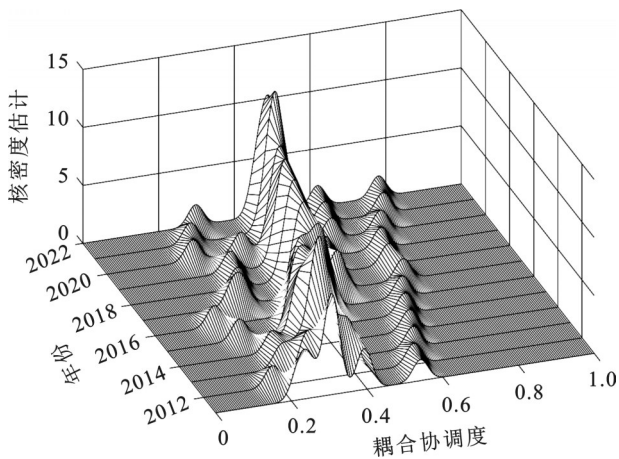


图3 数字新质生产力和水资源利用效率的耦合协调度核密度估计

Fig.3 Kernel density estimation for coupled coordination degree of digital new quality productivity and water resources utilization efficiency

采用GIS软件绘制2011年、2015年、2019年和2022年的耦合协调度空间分布图(图4)。可以看出,发现数字新质生产力和水资源利用效率耦合协调度具有明显的空间分异现象。①区域差异较为明显。南昌市的耦合协调度最好,由2011年的初级协调向2015年及后续年份的良好协调转化,显示出较好的协调发展状态。赣州市在研究期内的变化最明显,

由一般失调—勉强协调—初级协调—良好协调,其次是九江与鹰潭,由一般失调—勉强协调—初级协调。景德镇、萍乡、新余、吉安、宜春和上饶由一般失调—勉强协调,而抚州市变化不明显,且始终处于失调阶段。②空间分布呈现“大连片,小散落”特征。2011年江西省11地市数字新质生产力和水资源利用效率的耦合协调度以一般失调为主,呈现“大连片”特征,而初级协调城市呈现“小散落”特征。2022年勉强协调的城市占比较大,呈现“大连片”特征,而一般失调、初级协调和良好协调的城市较为分散,呈现“小散落”特征^[28]。

2.3 数字新质生产力与水资源利用效率耦合协调度预测分析

采用GM(1,1)灰色预测模型预测2023—2028年各城市的耦合协调度。其中,在灰色预测模型中抚州市的小误差概率小于0.7,未通过检验,因此进一步采用指数平滑模型对其进行预测^[29]。其他城市预测精度则均处于合格等级以上,表明预测精度良好,无需对模型进行修正。预测结果(表3)表明,整体上2023—2028年的耦合协调度均呈现上升趋势。2027年各城市均值达到了0.600。这说明大部分城市在2027年能够实现初级协调到良好协调的转变。到2028年,城市耦合协调度均值为0.644,未达到优

质协调等级。在城市层面,南昌率先达到优质协调等级,赣州在2026年将达到优质协调阶段。到2028年,除南昌和赣州外,其他城市仍未达到优质协调等

级,其中抚州仍处于失调阶段,应重点关注抚州数字新质生产力与水资源高效利用的协调发展,提高其协调发展水平。

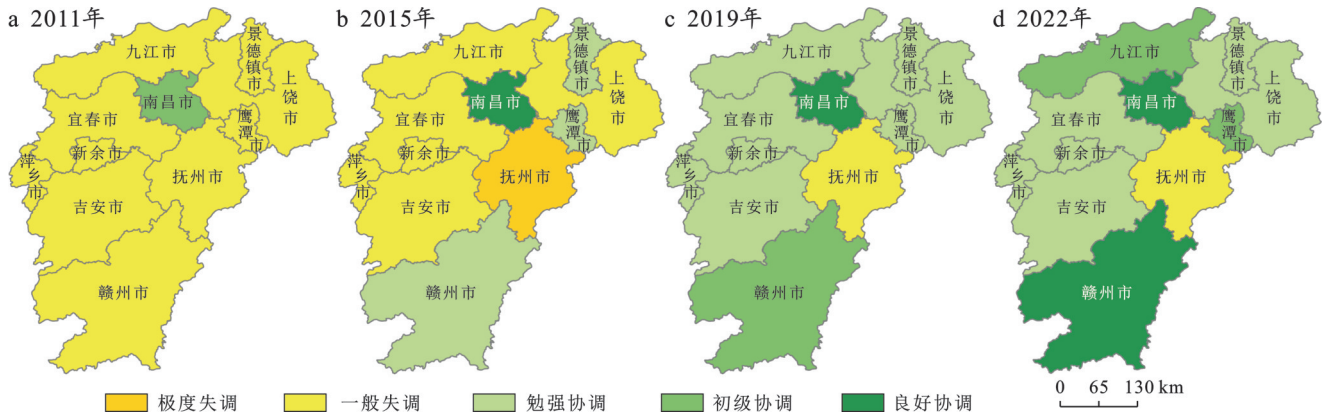


图4 2011,2015,2019,2022年数字新质生产力和水资源利用效率耦合协调度
Fig.4 Coupled coordination degree of digital new quality productivity and water resources utilization efficiency in 2011, 2015, 2019 and 2022

表3 2023—2028年耦合协调度预测值
Table 3 Projections of coupling coordination degree during 2023—2028

城市	耦合协调度预测值					
	2023年	2024年	2025年	2026年	2027年	2028年
南昌	0.804	0.830	0.857	0.885	0.913	0.943
景德镇	0.507	0.522	0.537	0.552	0.568	0.585
萍乡	0.524	0.549	0.575	0.600	0.626	0.653
九江	0.534	0.557	0.582	0.607	0.634	0.662
新余	0.534	0.556	0.579	0.603	0.628	0.654
鹰潭	0.541	0.556	0.571	0.586	0.601	0.617
赣州	0.683	0.725	0.769	0.816	0.866	0.918
吉安	0.476	0.494	0.513	0.532	0.550	0.570
宜春	0.488	0.507	0.525	0.544	0.564	0.583
抚州	0.256	0.258	0.260	0.261	0.263	0.265
上饶	0.524	0.545	0.567	0.590	0.613	0.636
均值	0.534	0.554	0.576	0.598	0.621	0.644

2.4 数字新质生产力与水资源利用效率耦合协调度驱动因子分析

2.4.1 因子选取

综合参考相关研究^[16,30],在科学性和数据可得性的基础上,从自然环境和经济社会两个维度分别选取指标,自然环境因子包括水资源禀赋(X_1)、农业有效灌溉面积(X_2)、地形(X_3)、气温(X_4)和降水(X_5),分别以人均水资源占有量、农业有效灌溉面积、平均高程、年均气温和年降水量衡量;经济社会因子包括产业结构升级(X_6)、经济发展水平(X_7)、环境规制(X_8)、科技创新(X_9)和城镇化率(X_{10})。分别以第一产业占比 $\times 1 +$ 第二产业占比 $\times 2 +$ 第三产业占比 $\times 3$ 、人均GDP、政府工作报告环保相关词频占比,专利申请数

量和城镇人口占总人口比例衡量。

2.4.2 单因子探测结果

由表4可知,选取的10个观测因子均在1%或5%的水平上显著,这些因子对数字新质生产力与水资源利用效率的耦合协调度具有较强的解释力度,表明数字新质生产力与水资源利用效率耦合协调度受到自然环境因素和经济社会因素的共同影响。根据 q 值大小,因子大小依次为:农业有效灌溉面积 $>$ 地形 $>$ 城镇化率 $>$ 水资源禀赋 $>$ 科技创新 $>$ 降水 $>$ 经济发展水平 $>$ 产业结构升级 $>$ 气温 $>$ 环境规制,其中农业有效灌溉面积、地形、城镇化率和水资源禀赋 q 值大于0.3,表明这4个因素是数字新质生产力与水资源利用效率耦合协调度的主要驱动因子,其他因素为一般驱动因子。

(1) 江西作为农业大省,在农田灌溉方面对水资源及数字技术应用需求较大。农业有效灌溉面积是衡量水资源利用效率的重要指标,直接影响农业生产效率和水资源的合理分配。随着数字时代的发展,农业现代化建设的重要表现是提高灌溉效率,如应用智能灌溉系统等。

(2) 地形直接影响水资源的分布和流动,进而对水系管网建设管护成本和布局产生影响,同时也会影响智慧水利设施、交通网络等的建设和布局,这些数字基础设施对水资源有效管理和数字新质生产力的发展至关重要。

(3) 城镇化能够改变地区人口结构,这种转变促进了用水结构的优化,同时城镇化能推动数字基础设施建设,建构具备竞争优势的数字化产业集群,为数字新质生产力的发展提供先行条件^[31]。

(4)人均水资源量是影响水资源利用效率与数字新质生产力耦合协调度的重要因素,一方面水资源禀赋会直接影响水资源利用效率^[32],另一方面水

资源禀赋可以为数字新质生产力的发展提供物质基础,同时有助于提高生态环境保护,为数字新质生产力的发展提供更加稳定和可持续的环境。

表4 数字新质生产力与水资源利用效率耦合协调度驱动因子
Table 4 Driving factors for coupled coordination degree of digital new quality productivity and water resources utilization efficiency

驱动因子	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
q值	0.326	0.510	0.462	0.128	0.190	0.142	0.176	0.119	0.228	0.341
p值	0.000	0.000	0.000	0.030	0.005	0.001	0.004	0.006	0.000	0.000
q值大小排序	4	1	2	9	6	8	7	10	5	3

2.4.3 交互作用探测

由表5可知,因子间的交互作用结果仅表现为双因子增强和非线性增强,其中9项属于双因子增强,36项属于非线性增强,未出现减弱或独立的情况。任意两个因子的交互回归结果均大于其本身的影响程度,表明10个驱动因子形成了良性互动机制,共同促进数字新质生产力与水资源利用效率的耦合协调。解释力度位于前五的交互关系依次为 X₃∩X₉,

X₂∩X₇, X₂∩X₉, X₃∩X₇和 X₂∩X₁₀,均表现为自然环境和社会经济因子的交互作用。另外,虽然环境规制、气温等经济社会因子或自然环境因子在单因子探测中q值较低,但在与其他因子交互后对数字新质生产力与水资源利用效率耦合协调度的影响明显增强。表明江西省数字新质生产力与水资源利用效率耦合协调度的高低是自然环境和经济社会因素共同作用的结果。

表5 数字新质生产力与水资源利用效率耦合协调度交互因子

Table 5 Interaction factors of coupling of digital new quality productivity and water resources utilization efficiency

驱动因子	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X ₁₀
X ₁										
X ₂	0.716 ^E									
X ₃	0.613 ^E	0.647 ^E								
X ₄	0.624 ^L	0.725 ^L	0.714 ^L							
X ₅	0.561 ^L	0.720 ^L	0.610 ^E	0.513 ^L						
X ₆	0.513 ^L	0.660 ^L	0.618 ^L	0.439 ^L	0.372 ^L					
X ₇	0.709 ^L	0.801 ^L	0.783 ^L	0.543 ^L	0.586 ^L	0.469 ^L				
X ₈	0.568 ^L	0.631 ^L	0.562 ^E	0.440 ^L	0.411 ^L	0.246 ^E	0.495 ^L			
X ₉	0.603 ^L	0.783 ^L	0.830 ^L	0.525 ^L	0.556 ^L	0.394 ^L	0.671 ^L	0.451 ^L		
X ₁₀	0.704 ^L	0.735 ^E	0.662 ^E	0.621 ^L	0.588 ^L	0.443 ^E	0.652 ^L	0.671 ^L	0.779 ^L	

注:E表示双因子增强;L表示非线性增强。

3 讨论

数字新质生产力与水资源高效利用的协同发展对于实现经济高质量发展具有重要意义。但现有研究多聚焦单一领域或静态分析,缺乏对二者耦合协调关系及其动态演化规律的深度探讨。本文分别构建数字新质生产力和水资源利用效率评价指标体系,探究二者耦合协调度的时空特征及其驱动因素,以期为实现数字新质生产力与水资源高效利用的双向赋能提供理论与实践参考。

研究结果表明,各城市数字新质生产力水平逐年提高,标志着江西省经济发展从要素驱动转向创新驱动,“数字江西”战略效果显现。受城市地位和

关注度等的影响,南昌和赣州数字新质生产力水平实现较大增幅,而其他城市仍存在水平不高且增速较慢的问题。水资源利用效率呈现波动变化的趋势,在研究期间内有所下降,这在一定程度上反映了经济发展与生态平衡之间的供需矛盾。二者耦合协调度整体处于向好趋势,耦合协调度逐年升高。但细化到城市层面时,发现除南昌和赣州外其他城市耦合协调度不高且存在波动,大部分仍停留于勉强阶段,表明区域内部存在较大差距。预测发现各城市耦合协调度将逐年提高,多数城市能够实现向良好协调的跨越,但抚州仍需重点关注。此外,现有研究发现影响水资源可持续利用的主要因素是经济增长、科技创新、产业结构等经济社会方面的因素^[13,20]。

区别于已有研究,本文同时考虑自然环境和经济社会因素,发现水资源禀赋、地形和农业有效灌溉面积是主导因子,且解释力度位于前五的交互作用关系均为自然环境因子和经济社会因子的交互,进一步表明自然环境因素对数字新质生产力发展和水资源高效利用的耦合协调发挥着重要作用。同时,各驱动因子在交互后对耦合协调度的影响均明显增强。因此,需要加强自然科学与人文科学的结合,以便提供更有针对性的理论指导。

为实现数字新质生产力与水资源高效利用的双向赋能,提出相关政策建议。①加强科技创新,重视水资源的利用和处理。一方面要夯实数字基础设施,推动产业数字化转型,实现数字新质生产力的快速发展。另一方面优化经济发展结构,加强合理用水,提高生产过程中水资源的循环利用,加强污水达标处理和排放,实现水资源利用效率提升。②强化整体协作思维,因地制宜差异施策。对于南昌和赣州这类耦合协调度较高的城市,应发挥辐射带动作用,建立数字经济创新中心,打造“数字水利”等示范引领项目,加强与其他城市的交流合作。对于景德镇、萍乡、九江、新余、鹰潭、吉安、宜春和上饶这类数字新质生产力发展较慢的城市,应重点发展数字新质生产力,整合物联网、人工智能和大数据分析技术,以数字赋能水资源,实时监测和污水治理技术改进,减少单位产出的污水排放。对于抚州,一方面要加强数字基础设施建设和数字人才培养,提供研发补贴等激励措施,推动数字新质生产力发展。另一方面需推广农业数字化节水技术,建立科学灌溉体系,促进精准灌溉,实现在数字新质生产力和水资源高效利用协同发展方面的赶超。③强化自然科学与人文科学的深度融合,优化多因子协同发展的政策支持体系。基于主导因子的精准施策,重点关注自然环境和经济社会因子的融合,增强因子交互的正向效应,促进“数字繁荣”和“水生态繁荣”。

总体而言,对江西省2个系统协调程度的时空分析揭示了数字新质生产力发展和水资源利用的演变轨迹,表明二者之间互动的复杂性,这凸显了制定有针对性的战略来协调数字新质生产力发展与水资源管理的必要性。值得注意的是,本文构建的指标体系虽然较为全面,但涉及的指标较多,导致难以对某个指标的具体作用展开深入分析,未来可结合障碍度等模型深入分析各指标的作用。另外,本文以江西省为研究领域,研究范围有限,未来可进一步扩大研究范围,以期在更大范围的研究中具有更多的实际指导意义。

4 结论

(1)江西省11个地级市数字新质生产力水平呈现逐年上升的趋势,发展水平为0.022~0.886,各地市差异显著。水资源利用效率呈现出较为平缓的先下降再上升、再下降再上升的“W”型趋势,整体效率有所下降,效率值介于0.705~2.055之间。

(2)江西省数字新质生产力与水资源利用效率耦合协调度呈现逐年上升趋势,大多城市实现了失调向协调的转变,但仍存在较大的提升空间。前期阶段耦合协调度出现多极化的趋势,城市间差距逐渐拉大,出现多层次分化的趋势,后期整体极化程度有所降低,差异逐渐缩小。空间分布呈现“大连片,小散落”特征。

(3)预测结果表明,江西省11个地级市2023—2028年的耦合协调度呈现上升趋势,2027年各城市耦合协调度均值将达到0.6,说明大部分城市在2027年能够实现初级协调到良好协调的转变。

(4)在驱动因子方面,农业有效灌溉面积、地形、城镇化率和水资源禀赋是数字新质生产力与水资源利用效率耦合协调度的主要驱动因子,其他因素则为一般驱动因子。因子间的交互作用结果仅表现为双因子增强和非线性增强两种。

参考文献(References)

- [1] 王江婷,赖苹,周小琛.长江中游地区水资源生态足迹时空分布及可持续利用[J].水土保持通报,2024,44(6):129-139.
Wang Jiangting, Lai Ping, Zhou Xiaochen. Spatiotemporal distribution and sustainable utilization of water resources ecological footprint in middle reaches of Yangtze River [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2024,44(6):129-139.
- [2] 孔祥忠.数字新质生产力对产业链绿色转型的影响[J].中国流通经济,2024,38(10):59-70.
Kong Xiangzhong. The impact of digital new quality productive forces on the green transformation of industrial chain [J]. China Business and Market, 2024, 38(10): 59-70.
- [3] 马海良,向慧伶,庞庆华.新质生产力发展对中国水资源利用效率的影响[J].资源科学,2025,47(3):485-500.
Ma Hailiang, Xiang Huiling, Pang Qinghua. The impact of new quality productivity development on water resource utilization efficiency in China [J]. Resources Science, 2025,47(3):485-500.
- [4] Walter C. Digital technologies for the future of the water sector?: Examining the discourse on digital water [J]. Geoforum, 2024,148:103918.

- [5] Wang Shuhe, Wang Anqi, Liu Shizhe, et al. Research on the coupling coordination relationship between the digital economy and high-quality energy development: Evidence from China [J]. *Heliyon*, 2024, 10(2):e24637.
- [6] 齐承水. 如何理解“新质生产力本身就是绿色生产力” [J]. *经济学家*, 2024(7):15-23.
Qi Chengshui. How to understand that “new quality productivity itself is green productivity” [J]. *Economist*, 2024(7):15-23.
- [7] 杨华, 洪新敏. 中国数字新质生产力统计测度及影响因素研究 [J]. *经济问题探索*, 2024(9):32-44.
Yang Hua, Hong Xinmin. Research on statistical measurement and influencing factors of digital new quality productive forces in China [J]. *Inquiry into Economic Issues*, 2024(9):32-44.
- [8] 徐诗航, 徐晓风. 数字新质生产力与经济增长动能转换: 理论和实证 [J]. *云南财经大学学报*, 2024, 40(12):1-16.
Xu Shihang, Xu Xiaofeng. Digital new quality productive forces and the transformation of economic growth momentum: Theory and empirical evidence [J]. *Journal of Yunnan University of Finance and Economics*, 2024, 40(12):1-16.
- [9] 李占平, 王辉. 数字新质生产力与实体经济高质量发展: 理论分析与实证检验 [J]. *统计与决策*, 2024, 40(10):12-16.
Li Zhanping, Wang Hui. Digital new quality productivity and high-quality development of real economy: Theoretical analysis and empirical test [J]. *Statistics & Decision*, 2024, 40(10):12-16.
- [10] 李可柏, 陶军, 卢慧. 中国水资源利用效率及影响因素研究 [J]. *水力发电学报*, 2024, 43(1):11-23.
Li Kebai, Tao Jun, Lu Hui. Study on water resources utilization efficiency and its influencing factors in China [J]. *Journal of Hydroelectric Engineering*, 2024, 43(1):11-23.
- [11] Hu Mianhao, Chen La, Yuan Juhong. Green water resource utilization efficiency in urban agglomerations: Measurement, spatiotemporal variations and influencing factors [J]. *Journal of Resources and Ecology*, 2023, 14(6):1176-1191.
- [12] 王朝, 张廷龙, 李双, 等. 基于DEA和Malmquist指数的汉江干流水资源利用效率变动研究 [J]. *水土保持研究*, 2023, 30(1):291-296.
Wang Zhao, Zhang Tinglong, Li Shuang, et al. Variation of water resources utilization efficiency in mainstream of Hanjiang River based on DEA & malmquist index [J]. *Research of Soil and Water Conservation*, 2023, 30(1):291-296.
- [13] 吴治玲, 涂安国, 聂小飞, 等. 江西省绿水资源消耗量及利用效率时空变化特征 [J/OL] (2024-12-27). *长江科学院院报*, <https://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1171.tv.20241226.1530.018.html>.
- Wu Zhiling, Tu Anguo, Nie Xiaofei, et al. Temporal and spatial variation characteristics of green water consumption and utilization efficiency in Jiangxi Province [J/OL] (2024-12-27). *Journal of Yangtze River Scientific Research Institute*, <https://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1171.tv.20241226.1530.018.html>.
- [14] 王幸, 张晓力, 刘翔宇. 黄河流域环境规制对水资源利用效率的影响研究 [J]. *水利经济*, 2024, 42(6):43-49.
Wang Xing, Zhang Xiaoli, Liu Xiangyu. Research on impact of environmental regulations on water resources utilization efficiency in the Yellow River basin [J]. *Journal of Economics of Water Resources*, 2024, 42(6):43-49.
- [15] 吴丹, 潘朱玲. 京津冀科技创新水平对水资源利用效率的影响效应及贡献 [J]. *水资源保护*, 2024, 40(4):65-72.
Wu Dan, Pan Zhuling. Impact and contribution of technology innovation level on water use efficiency in Beijing-Tianjin-Hebei region [J]. *Water Resources Protection*, 2024, 40(4):65-72.
- [16] 王语苓, 何伟. 南水北调工程受水影响区城市水资源利用效率测算与影响因素分析 [J]. *环境科学学报*, 2024, 44(1):438-450.
Wang Yuling, He Wei. Calculation of urban water resources utilization efficiency and analysis of its influencing factors in water affected areas of the south-to-north water diversion project [J]. *Acta Scientiae Circumstantiae*, 2024, 44(1):438-450.
- [17] 滕伦, 张飞云, 李倩, 等. 新疆生态系统服务与用水效率的耦合协调关系研究 [J]. *中国环境科学*, 2025, 45(3):1556-1567.
Teng Lun, Zhang Feiyun, Li Qian, et al. Study on the coupling and coordination relationship between ecosystem service and water use efficiency in Xinjiang [J]. *China Environmental Science*, 2025, 45(3):1556-1567.
- [18] 苗峻瑜, 张春英. 黄河流域工业水资源效率与经济协调发展特征及时空演变 [J]. *环境科学研究*, 2024, 37(1):114-121.
Miao Junyu, Zhang Chunying. Characteristics and spatial-temporal evolution of industrial water resources efficiency and coordinated economic development in the Yellow River basin [J]. *Research of Environmental Sciences*, 2024, 37(1):114-121.
- [19] 秦尊文, 聂夏清. 长江经济带城镇化效率与水资源效率协调发展时空演变及驱动因素 [J]. *长江流域资源与环境*, 2023, 32(11):2237-2253.
Qin Zunwen, Nie Xiaqing. Spatial and temporal evolution and drivers of coordinated development of urbanization efficiency and water resources efficiency in the Yangtze River economic belt [J]. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2023, 32(11):2237-2253.

- [20] 杜海娇,邓群钊,龙映辉,等.江西省水资源可持续利用水平及其障碍因素[J].水土保持通报,2023,43(6):200-208.
Du Haijiao, Deng Qunzhao, Long Yinghui, et al. Sustainable utilization and obstacle factors of water resource in Jiangxi Province [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2023,43(6):200-208.
- [21] Yang Feng, Chen Tingwei, Zhang Zongbin. Enhancing urban water efficiency through digital financial inclusion: Evidence from China [J]. Journal of Cleaner Production, 2024,434:140246.
- [22] 段洋洲,王奕淇,甄雯青.黄河流域环境治理绩效的空间关联网及影响因素分析[J].环境科学研究,2024,37(7):1546-1560.
Duan Yangzhou, Wang Yiqi, Zhen Wenqing. Analysis of spatial correlation network and influencing factors of environment governance performance in the Yellow River basin [J]. Research of Environmental Sciences, 2024,37(7):1546-1560.
- [23] 何刚,张世玉,鲍珂宇,等.淮河流域土地与水资源利用效率耦合协调及其时空分异[J].水土保持通报,2023,43(4):283-293.
He Gang, Zhang Shiyu, Bao Keyu, et al. Coupled coordination of land and water use efficiency in Huaihe River basin and its spatial and temporal divergence [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2023, 43 (4) : 283-293.
- [24] Li Xuemei, Zhang Yuchen, Zhou Shiwei, et al. Exploration and future trends on spatial correlation of green innovation efficiency in strategic emerging industries under the digital economy: A social network analysis [J]. Journal of Environmental Management, 2024,359:121005.
- [25] 杜海娇,邓群钊,张佳,等.河长制、实施环境与水资源可持续利用[J].软科学,2024,38(12):43-54.
Du Haijiao, Deng Qunzhao, Zhang Jia, et al. River chief system, policy implementation environment, and sustainable water resources utilization [J]. Soft Science, 2024,38(12):43-54.
- [26] 邓乐乐,郭生练,王俊,等.基于博弈论-云模型的湖北省汉江中下游地区水资源承载力评价[J].水资源保护,2025,41(2):200-208.
Deng Lele, Guo Shenglian, Wang Jun, et al. Water resources carrying capacity assessment for middle-lower reaches of the Hanjiang River in Hubei Province based on game theory-cloud model [J]. Water Resources Protection, 2025,41(2):200-208.
- [27] 吴浆,张兰婷,方媛媛,等.河长制下江西省水环境治理效率评价研究:基于超效率SBM和Tobit模型[J].中国农村水利水电,2024(11):119-124.
Wu Jiang, Zhang Lanting, Fang Yuanyuan, et al. Evaluation of water environment management efficiency in Jiangxi Province under the river chief system: Based on the super-efficiency SBM and Tobit models [J]. China Rural Water and Hydropower, 2024(11):119-124.
- [28] 李昕昱,杨韶艳.新质生产力与产业结构高级化:耦合协调及交互作用分析[J].统计与决策,2024,40(19):17-23.
Li Xinyu, Yang Shaoyan. New quality productivity and advanced industrial structure: Two-way empowerment or one-way drive [J]. Statistics & Decision, 2024, 40 (19):17-23.
- [29] 甘黎黎.长江经济带省域农业生态安全与粮食安全耦合协调[J].水土保持通报,2024,44(5):223-233.
Gan Lili. Coupling and coordination of agricultural ecological security and food security in provinces of Yangtze River economic belt [J]. Bulletin of Soil and Water Conservation, 2024,44(5):223-233.
- [30] 陈洁茹,叶长盛,魏薇,等.环鄱阳湖城市群县域“三生空间”耦合协调性及影响因素分析[J].生态环境学报,2025,34(5):807-818.
Chen Jieru, Ye Changsheng, Wei Wei, et al. Analysis on coupling coordination and influencing factors of “San-sheng space” in the county of Poyang lake urban agglomeration [J]. Ecology and Environmental Sciences, 2025,34(5):807-818.
- [31] 马万里.新型城镇化、技术溢出与数字经济发展[J/OL] (2024-12-27).科学学研究, <https://doi.org/10.16192/j.cnki.1003-2053.20241115.002>.
Ma Wanli. New urbanization, technology spillover and digital economy development [J/OL] (2024-12-27). Studies in Science of Science, <https://doi.org/10.16192/j.cnki.1003-2053.20241115.002>.
- [32] 张化楠,苟伟.时空异质性视角下农业用水效率及其驱动因素分析:基于山东省三大经济圈的比较[J/OL] (2024-12-27).中国农业资源与区划, <https://link.cnki.net/urlid/11.3513.s.20250328.1405.004>.
Zhang Huanan, Gou Wei. Analysis of the spatial-temporal evolution of agricultural water use efficiency and the spatial-temporal heterogeneity of driving factors: Comparative analysis based on the three major economic circles in Shandong Province [J/OL] (2024-12-27). Chinese Journal of Agricultural Resources and Regional Planning, <https://link.cnki.net/urlid/11.3513.s.20250328.1405.004>.