

绿色创新可持续发展指标体系研究^{*}

张 伟^{1,2}, 李俊青¹, 史雅娟³, 王建兵¹, 方毅恒¹

(1. 浙江大学湖州研究院, 浙江 湖州 313000; 2. 浙江大学 控制科学与工程学院, 浙江 杭州 310000;
3. 中国科学院生态环境研究中心, 北京 100000)

摘 要:绿色创新是“绿水青山”与“金山银山”相互转化的关键路径,同时也是可持续发展的核心引擎。客观、科学地评价区域绿色创新发展水平,明晰影响其发展的关键因素,对于推动区域可持续发展进程至关重要。本研究基于“绿水青山就是金山银山”理念(以下简称“两山”理念)与可持续发展理论,通过分析绿色创新可持续发展内涵,并对比现有相关评价指标体系,构建了包含绿水青山维护、科技创新驱动、经济高质量发展与城乡幸福生活 4 个维度在内的绿色创新可持续发展指标体系(含 10 个二级指标、56 个三级指标),提出了绿色创新可持续发展指数。以国家可持续发展议程创新示范区湖州市为例,测算并评价其 2017—2022 年的绿色创新可持续发展水平,结果表明:①湖州市绿色创新可持续发展指数呈现持续增长态势,5 年间增长了 8.73。②分维度看,湖州市科技创新驱动指数增长最为显著,5 年间提高了 36.91%;绿水青山维护指数增长相对稳定,5 年间提高了 6.16%。③2017—2022 年,湖州市绿色创新可持续发展指数变化趋势与湖州市实际发展情况相吻合,证明该指标体系具有一定的科学性。

关键词:“两山”理念;可持续发展理论;指标体系;绿色创新可持续发展指数(GISDI)

中图分类号:F832.51;F273.1

文献标志码:A

文章编号:1009-1734(2025)05-0001-10

一、引言

为应对气候变化带来的全球挑战,世界上各国都在寻求实现可持续发展的有效途径。2015 年 9 月,联合国可持续发展峰会通过了《变革我们的世界:2030 年可持续发展议程》,旨在加强全球合作并推动各国采取行动,以实现经济、社会和环境的协调发展^{[1]~8}。为推动落实该议程,中国于 2016 年 9 月发布《中国落实 2030 年可持续发展议程国别方案》,同年 12 月发布《中国落实 2030 年可持续发展议程创新示范区建设方案》,并提出创建 10 个左右国家可持续发展议程创新示范区,以探索可持续发展模式,为全球贡献“中国方案”^[2]。2022 年 7 月,湖州市获国务院批复,成为以“绿色创新引领生态资源富集型地区可持续发展”为主题的国家可持续发展议程创新示范区。该主题既彰显了绿色创新与可持续发展的深度融合,又凸显了绿色创新在区域可持续发展中的核心引领作用,旨在实现生态保护、经济增长和社会进步的协同推进和有机统一。

绿色创新研究始于 20 世纪 90 年代,主要集中于探讨其科学内涵^{[3]831~844[4]1~11}、评估绿色创新发展能力^{[5]85~98[6]163~173}及测算绿色创新效率^{[7]134~152[8]940~944[9]285~298[10]180~192}。然而,学界对绿色创新的科学内涵尚未

^{*} 收稿日期:2025-03-17

基金项目:浙江省科技计划项目(No. 2024C03137);国家重点研发计划项目(No. 2023YFC3804902, No. 2023YFC3804903)。

通信作者:张伟,博士,副研究员,从事区域可持续发展、农业自动化研究。

达成共识,学者主要基于各自的理论框架对其内涵进行阐释。有学者认为,绿色创新是一种绿色技术创新,其主要通过技术创新来降低经济发展对生态环境的负面影响,是中国生态文明建设新时期推动污染防治的关键驱动力^{[11]627-644};有学者从微观层面出发,以企业为研究对象,认为绿色创新是一种产品和流程创新^{[12]203-218};还有学者认为,绿色创新具有技术创新与制度创新的双重属性,通过两者协同实现经济与环境的协调发展^{[13]44-56},其评价指标涵盖环境绩效、创新能力和经济效益 3 个维度。现有研究为绿色创新提供了重要的理论支撑,但多数成果仅聚焦绿色创新的单一表征(如技术创新、制度创新或产品创新),且创新绩效评价主要集中于经济和环境效益,未能充分考量绿色创新对社会发展的潜在影响。本研究基于湖州市国家可持续发展议程创新示范区的建设实践,结合绿色创新研究进展,对绿色创新理论内涵进行拓展,提出“绿色创新可持续发展”这一概念,并将其内涵归纳为:(1)绿色创新是多维度的创新集合,涵盖技术、制度、管理、模式和文化创新等多个层面;(2)绿色创新融合了“绿色”和“创新”两个概念,既强调通过技术创新促进环境保护和资源高效利用,又以生态环境价值实现为导向,从而推动经济社会的高质量发展。换言之,绿色创新不仅通过技术创新来减少经济发展对生态环境的负面影响,还充分关注到当地生态环境价值的实现。(3)绿色创新可持续发展强调环境、经济与社会的系统耦合,其根本目标在于实现人类福祉的持续提升。

为评估区域绿色创新发展水平,研究者构建了多维度的评价指标体系,并采用综合指数法进行测度。如孙博文^{[13]44-56}基于绿色专利数据构建了包含“绿色技术创新能力、绿色技术创新辐射力、绿色创新制度”3 个维度在内的综合评价体系,并对 2006—2021 年中国绿色专利百强城市的绿色创新能力进行评估;涂永红等^{[5]85-98}运用经济学的“投入-产出”框架,从绿色创新投入与绿色创新产出 2 个维度构建了长江经济带的绿色创新发展评价指标体系。“两山”理念的提出丰富了绿色创新的内涵,许多学者认为绿色创新是实现“绿水青山”向“金山银山”转化的核心驱动力^{[14]1489-1494[15]120-125},因此,研究者构建了基于“两山”理念的评价指标体系,以评估绿色创新的转化成效。如孙崇洋等^{[16]2202-2209}基于“绿水青山”和“金山银山”的双重视角构建了“两山”转化成效评价指标体系,并对浙江省 2008—2017 年“两山”转化成效进行了实证评估;朱佳天等^{[17]356-366}则从转化条件、转化能力、转化效果 3 个维度构建了评估区域“两山”转化效率的指标体系。当前学界关于城市绿色创新发展指标的测度,数据日益丰富,方法日趋科学,但仍存在一定的局限性。具体表现为:指标设计过度聚焦绿色创新带来的经济和环境效益,缺乏反映其社会发展促进作用的评价维度,因而难以全面表征绿色创新可持续发展水平。

因此,本研究基于生态环境、科技创新、经济发展、人民福祉的内在关联,构建包含绿水青山维护、科技创新驱动、经济高质量发展与城乡幸福生活 4 个维度在内的绿色创新可持续发展指标体系。该指标体系通过环境、经济、科技与社会 4 个维度的协同整合,显著提升了指标体系的全面性、系统性和内在协调性。为突出绿色创新导向,本研究将综合指数命名为“绿色创新可持续发展指数”。同时,本研究以湖州市为例,评估其 2017—2022 年绿色创新可持续发展水平,旨在展示湖州市近年来在绿色创新可持续发展方面取得的成效。

二、研究方法 with 数据来源

(一)研究区概况

湖州市位于浙江北部、太湖南岸,作为连接长三角与中部地区的关键枢纽^{[18]123-131,162},其境内生态资源丰富,是长三角城市群重要的生态功能区,也是“两山”理念的诞生地。自 2005 年“两山”理念提出以来,湖州市不断探索绿色发展路径,积累了丰富的理论与实践经验,并先后被认定为“全国首个地市级生态文

明先行示范区”“国家生态文明先行示范区”“国家绿色金融改革创新试验区”“国家可持续发展议程创新示范区”。作为国家可持续发展议程创新示范区,湖州市围绕“绿色创新引领生态资源富集型地区可持续发展”这一核心主题,肩负着为全国同类型地区探索可持续发展路径、提供示范样板的重要使命。基于此,本研究选取湖州市作为典型案例,对其 2017—2022 年的绿色创新可持续发展水平进行系统测度与评估。

(二)指标体系构建

1. 构建原则

绿色创新可持续发展指标体系的构建主要遵循以下 3 个原则。(1)科学性原则:指标体系以“两山”理念、可持续发展理论为基础,指标选取力求精准且避免交叉;(2)全面性原则:指标体系覆盖环境、经济、科技与社会 4 个维度,全面反映城市在绿色创新可持续发展方面的整体表现;(3)可比性和数据可获得性原则:重点采用人均和效率指标,且以省、市发布的统计数据为基础,以便后期对不同区域进行比较分析。

具体而言,绿色创新可持续发展指标体系的构建主要参考了国家发展改革委等四部门联合发布的《关于印发〈绿色发展指标体系〉〈生态文明建设考核目标体系〉的通知》(发改环资〔2016〕2635 号)、湖州市可持续发展指标体系,以及湖州市市场监管局发布的《绿色创新可持续发展标准体系编制指南》(DB3305/T 327-2024)。在深入学习领会习近平新时代中国特色社会主义思想,认真研读党的二十大报告、“十四五”与“十五五”规划纲要中关于创新驱动和绿色发展相关要求的基础上,结合绿色创新可持续发展内涵以及相关指数编制经验,本研究最终确立了包含 4 个一级指标(绿水青山维护、科技创新驱动、经济高质量发展、城乡幸福生活)、10 个二级指标(绿色空间、绿色生活,创新水平、创新能力、创新机制、宏观经济、绿色生产、绿色产业、基础保障、民生福祉),以及 56 个具体指标的绿色创新可持续发展指标体系(具体见表 1)。其中,正向指标 49 个,负向指标 7 个。

表 1 绿色创新可持续发展指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标属性	权数/%
绿水青山维护	绿色空间	森林覆盖率/%	正向	0.076 9
		入太湖断面水质达标比例/%	正向	0.076 9
		地表水达到或优于Ⅲ类水体比例/%	正向	0.076 9
		单位耕地面积化肥施用量/(t/ha)	负向	0.076 9
		PM _{2.5} 平均浓度/(μg/m ³)	负向	0.076 9
		城市空气质量优良天数比例/%	正向	0.076 9
	绿色生活	城市建成区绿化覆盖率/%	正向	0.076 9
		生活污水集中处理率/%	正向	0.076 9
		城市生活垃圾分类处理率/%	正向	0.076 9
		每千人清洁能源使用量/(10 ⁵ m ³ /千人)	正向	0.076 9
		公众绿色出行率/%	正向	0.076 9
		新能源汽车占机动车总数的比例/%	正向	0.076 9
		人均公园绿地面积/(m ² /人)	正向	0.076 9
科技创新驱动	创新水平	专精特新“小巨人”企业数量与地区 GDP 的比值/(家/千亿元)	正向	0.0625
		每万人发明专利拥有量/件	正向	0.062 5
		高新技术产业增加值占规模以上工业增加值的比例/%	正向	0.062 5
		数字经济核心产业增加值占 GDP 的比例/%	正向	0.062 5
		规上工业新产品产值率/%	正向	0.062 5
		每百万人技术交易额/(万元/百万人)	正向	0.062 5

表 1 (续)

一级指标	二级指标	三级指标	指标属性	权数/%
科技创新驱动	创新能力	高等院校数量/所	正向	0.062 5
		省级及以上科技企业孵化器数量/家	正向	0.062 5
		科研机构数量/家	正向	0.062 5
		企业研发支出占主营业务收入的比例/%	正向	0.062 5
		全社会 R&D 经费支出占 GDP 的比例/%	正向	0.062 5
		每万名从业人员中 R&D 人员数/人	正向	0.062 5
	创新机制	政府教育支出占一般公共预算支出的比例/%	正向	0.062 5
		财政科技支出占一般公共预算支出的比例/%	正向	0.062 5
		专业技术人才占从业人员的比例/%	正向	0.062 5
		绿色金融指数	正向	0.062 5
经济高质量发展	宏观经济	人均 GDP/(万元/人)	正向	0.083 3
		第三产业增加值占 GDP 比例/%	正向	0.083 3
		全员劳动生产率/(亿元/万人)	正向	0.083 3
		税收收入占一般公共预算收入的比例/%	正向	0.083 3
	绿色生产	一般工业固体废物综合利用率/%	正向	0.083 3
		单位 GDP 能耗/(吨标准煤/万元)	负向	0.083 3
		碳强度/(吨 CO ₂ /万元)	负向	0.083 3
		单位生产总值的工业废水排放量/(万吨/亿元)	负向	0.083 3
	绿色产业	乡村旅游总收入占旅游总收入的比例/%	正向	0.083 3
		绿色矿山建成率/%	正向	0.083 3
		绿色企业数量占规模以上工业企业的比例/%	正向	0.083 3
		高新技术企业数量占规模以上工业企业的比例/%	正向	0.083 3
城乡幸福生活	基础保障	每千常住人口执业(助理)医师数/人	正向	0.066 7
		每千常住人口医疗卫生机构床位数/张	正向	0.066 7
		每千名 60 岁(或 65 岁)及以上老年人口养老床位数/张	正向	0.066 7
		基本养老保险参保率/%	正向	0.066 7
		基本医疗保险参保率/%	正向	0.066 7
		高等教育毛入学率/%	正向	0.066 7
		保障性住房覆盖率/%	正向	0.066 7
		居民人均可支配收入/元	正向	0.066 7
	民生福祉	城乡居民收入倍差	负向	0.066 7
		城市路网密度/(km/km ²)	正向	0.066 7
		每万人拥有的基层公共文化设施面积/m ²	正向	0.066 7
		常住人口城镇化率/%	正向	0.066 7
		城镇登记失业率/%	负向	0.066 7
		居民人均可支配收入/当年商品房均价	正向	0.066 7
		人口平均预期寿命/岁	正向	0.066 7

2. 指标赋权

目前,指标赋权有主观赋权法、客观赋权法及主客观结合的方法。主观赋权法主要依托专家咨询与专业意见,通过专家打分的方式确定指标权重;而客观赋权法则主要包括熵值法^{[11]627-644}、变异系数法^{[19]115-127}、灰色关联度法^{[20]4603-4612}等,每种方法各有优劣。因熵值法等客观赋权方式不适用于单一城市的指标赋权,故本研究借鉴国家发展改革委等四部门联合发布的《绿色发展指标体系》中所采用的等权赋权法对相关指标进行赋权。

一是原始数据标准化处理。在绿色创新可持续发展指标体系中,正向指标的数值越大,其反映的绿色创新可持续发展水平越高;负向指标则与之相反,数值越大,意味着绿色创新可持续发展水平越低。为确保所有指标的作用方向一致,并且消除因单位差异导致指标不可比的问题,对各指标进行标准化处理,计算公式如下:

$$\text{对正向指标,指标得分为: } X_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_{ij}}{\max_{ij} - \min_{ij}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{对负向指标,指标得分为: } X_{ij} = \frac{\max_{ij} - x_{ij}}{\max_{ij} - \min_{ij}} \times 100 \quad (2)$$

式中, X_{ij} 代表第 i 个年份的第 j 个指标经过标准化处理后得到的数据得分, x_{ij} 代表标准化处理前第 i 个年份的第 j 个指标的原始数据。对于式中涉及的最好状态值 $\max_{ij}$ 和最差状态值 $\min_{ij}$, 其确定方式如下:分别参考当年该指标在国内表现最好与最差的 5 个城市的数据进行赋值^{[21]74-78}。具体而言,最好状态值确定为当年相应指标表现最好的国内 5 个城市平均值的 110%, 最差状态值确定为当年相应指标表现最差的国内 5 个城市平均值的 90%。

二是权重确定。将绿色创新可持续发展指标体系下的绿水青山维护、科技创新驱动、经济高质量发展和城乡幸福生活 4 个一级指标设置为等权重, 每个一级指标对应的三级指标设置为等权重; 4 个一级指标所得数值分别定义为相关维度的子指数, 即绿水青山维护指数、科技创新驱动指数、经济高质量发展指数和城乡幸福生活指数, 具体计算过程见式 3~6。

$$A = \sum_{j=1}^a X_{ij} Y_j \quad (a = 1, 2, 3, \dots, 13) \quad (3)$$

$$B = \sum_{j=1}^b X_{ij} Y_j \quad (b = 1, 2, 3, \dots, 16) \quad (4)$$

$$M = \sum_{j=1}^m X_{ij} Y_j \quad (m = 1, 2, 3, \dots, 12) \quad (5)$$

$$N = \sum_{j=1}^n X_{ij} Y_j \quad (n = 1, 2, 3, \dots, 15) \quad (6)$$

三是绿色创新可持续发展指数计算。绿色创新可持续发展指数(GISDI)依据式 7 进行计算。

$$\text{GISDI} = \frac{1}{4} (A + B + M + N) \quad (7)$$

3. 数据来源

本文选取的数据来自 2016—2023 年《中国城市统计年鉴》《浙江省统计年鉴》《湖州市统计年鉴》以及湖州地方统计报告或政府工作报告等资料; 计算碳强度的二氧化碳排放量数据源于 CEADs 地市级碳核算数据库^{[22]1910-1920[23]1215-1225[24]1-10}, 绿色金融指数参考相关文献计算所得^{[25]577-586[26]37-52[27]263-285}。

三、结果与分析

(一) 湖州市绿色创新可持续发展指数时间演变特征

2017—2022 年湖州市绿色创新可持续发展指数演变特征见图 1。

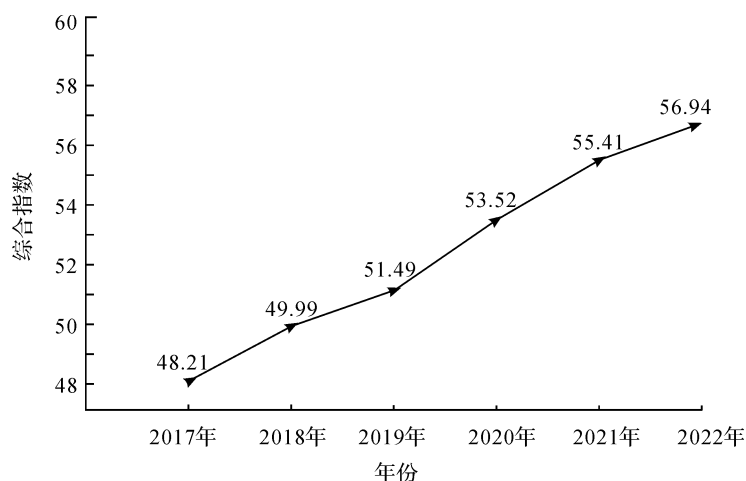


图 1 2017—2022 年湖州市绿色创新可持续发展指数

由图 1 可知,2017—2022 年湖州市绿色创新可持续发展指数呈现出持续上升的良好态势。到 2022 年,该指数相较于 2017 年增长了 8.73。其中,2020 年绿色创新可持续发展指数的增长最为显著,较上一年增长了 3.94%;而 2022 年的增长幅度相对较小,较上一年仅增长了 2.76%。指数的稳步增长,从侧面反映出湖州市在绿色创新可持续发展领域开展的探索与实践取得了一定成效。例如:湖州市大力推进“美丽湖州”建设、发展“创谷经济”,积极推行“绿色金融”与“绿色制造”,全力打造“高品质生活之城”等,这一系列重大举措都对指数增长起到了推动作用。从绿水青山维护、科技创新驱动、经济高质量发展、城乡幸福生活 4 个维度进行分析可以发现,与 2017 年相比,2022 年各维度指数均实现不同程度的增长(具体见表 2)。其中,科技创新驱动指数增幅最大,5 年间增长了 36.91%,这与刘炳胜等^{[18]123-131,162}的研究结果一致;其次为经济高质量发展指数、城乡幸福生活指数,5 年间分别增长 22.54%和 17.92%,而绿水青山维护指数增长较为平缓,5 年间仅增长了 6.16%。2017—2022 年,除绿水青山维护指数外,科技创新驱动指数、经济高质量发展指数与城乡幸福生活指数均呈现逐年增长态势。2019—2021 年,科技创新驱动指数与经济高质量发展指数分别增长了 4.07 和 5.07,前者增幅低于后者。值得注意的是,2021—2022 年这一态势发生逆转,科技创新驱动指数的增幅反超经济高质量发展指数,其中,前者增长了 2.37,后者增长了 2.26。这一变化可能与 2019 年暴发的新冠疫情有关,疫情对经济发展形成了一定的下行压力,但湖州市科技创新投入非但没有缩减,反而持续增加。2018—2019 年,经济高质量发展指数增速高于城乡幸福生活指数;但 2020—2022 年,城乡幸福生活指数增速反超经济高质量发展指数。这种变化可能是由于经济高质量发展效应存在一定的滞后性,随着时间的推移,这些效应逐渐在城乡幸福生活指数中体现出来。

表 2 2017—2022 年湖州市子指数变化

指标	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
绿水青山维护	62.35	63.75	64.88	66.68	66.49	66.19
科技创新驱动	27.66	29.94	31.43	33.91	35.50	37.87
经济高质量发展	53.38	55.72	58.08	60.06	63.15	65.41
城乡幸福生活	49.43	50.54	51.55	53.44	56.48	58.29

(二)湖州市 4 个维度子指数时间演变特征及驱动因子分析

由表 2 可知,2017—2022 年湖州市绿水青山维护指数呈现先升后降的波动趋势,其中,2017—2020 年持

续上升,2021—2022 年则出现小幅回调。总体来看,2022 年绿水青山维护指数较 2017 年仍保持 3.84 的净增长。从表 3 中绿色空间和绿色生活 2 个二级指标来看,2017—2022 年绿色生活得分呈现逐年增长的趋势,而绿色空间得分与绿水青山维护指数的变化趋势一致,呈现波动变化,这表明绿色空间得分的波动是影响绿水青山维护指数变化的关键因素。进一步分析发现,绿色空间得分的变化与“城市空气质量优良天数比例”及“城市建成区绿化覆盖率”的变化趋势相吻合,可见这两个三级指标是导致绿色空间得分波动的主要原因。根据 2017—2022 年湖州市环境状况报告,湖州市 O₃ 浓度处于高位且呈现波动性,这对“城市空气质量优良天数比例”形成了较大影响;同时,“城市建成区绿化覆盖率”的波动与建设用地的扩张强度相关。整体而言,湖州市绿水青山维护指数稳中有升,这得益于“两山”理念提出以来湖州市开展的“五水共治”“清水入湖”及矿山生态修复等生态治理工程。湖州市的生态基底持续巩固,但在绿色空间质量提升,特别是城市空气质量改善等方面仍需深化治理。

表 3 2017—2022 年湖州市二级指标的得分情况

指标	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年
绿色空间	36.06	37.20	38.20	39.95	39.52	38.71
绿色生活	26.29	26.55	26.68	26.73	26.97	27.48
创新水平	6.54	7.72	9.24	10.14	10.95	12.23
创新能力	6.06	6.88	7.42	8.51	8.60	9.10
创新机制	15.06	15.34	14.76	15.26	15.95	16.54
宏观经济	17.38	17.83	18.56	19.12	19.82	20.45
绿色生产	26.02	26.96	27.76	28.53	28.96	29.45
绿色产业	9.98	10.93	11.77	12.41	14.37	15.51
基础保障	25.00	25.60	25.84	25.87	26.99	27.55
民生福祉	24.43	24.94	25.71	27.57	29.49	30.74

2017—2022 年湖州市科技创新驱动指数呈现出持续上升的态势,5 年间增长了 10.21,增长率为 36.91%。从创新水平、创新能力、创新机制 3 个维度来看,湖州市创新水平、创新能力的得分持续上升。就增长速度而言,创新水平得分增长最为显著,年均增速为 15.49%,创新能力与创新机制的年均增速分别为 11.47%、1.8%。研究表明,创新水平的提升是推动湖州市科技创新驱动指数增长的关键因素。特别地,每千亿元 GDP 对应的专精特新“小巨人”企业数量与创新水平得分最为相关。整体而言,湖州市科技创新发展水平持续向好,这与多年来采取的一系列举措密切相关。例如,增加财政科技投入建设高能级新型研发机构;出台“南太湖精英计划”等政策吸引集聚高端创新人才;通过科技企业“双倍增、两转化”行动、研发投入激励政策、“五谷丰登”计划等壮大企业创新主体,优化创新创业生态。这些措施不仅提升了湖州市科技创新驱动能力,也为经济高质量发展提供了强有力的科技支撑^{[22]1910-1920},进一步推动了湖州绿色创新可持续发展水平的提升。

2017—2022 年湖州市经济高质量发展指数也呈现出持续上升的态势,5 年间增长了 12.03,增长率为 22.54%。从宏观经济、绿色生产、绿色产业 3 个维度来看,三者得分均持续增长。其中,绿色产业得分增长最为显著,年均增速为 8.3%,绿色生产与宏观经济的年均增速分别为 2.59%和 3.32%。研究表明,湖州市经济高质量发展指数的提升与绿色产业的提升紧密相关。进一步分析发现,湖州市绿色产业发展水平受乡村旅游总收入占比变化的影响最大,其次为高新技术企业数量占规模以上工业企业比例。整体而言,2017—2022 年湖州市经济高质量发展水平持续提升,这与近几年实施的经济发展战略密切相关。例如,大力发展“绿色制造”、乡村旅游等绿色低碳产业。截至 2023 年,湖州市工业总产值突破万亿元大关,名列中国先进制造业百强市第 27 位、居全省第 4 位,成为全国唯一一个以“绿色智造”为特色的“中国制造

2025”试点示范城市,同时也是浙江省唯一实现国家级绿色工业园区区县全覆盖的地市。此外,湖州市的乡村旅游业发展成效显著。据湖州市文旅局统计,2022 年全市乡村旅游经营收入达 130.25 亿元,居全省第 1 位。绿色产业的发展不仅促进了经济快速增长,还显著降低了资源消耗与环境污染。

2017 年—2022 年湖州市城乡幸福生活指数同样呈现出持续上升的态势,5 年间增长了 8.86%,增长率为 17.92%。从基础保障和民生福祉 2 个维度来看,两者得分均持续增长,其中民生福祉得分增长明显,5 年间增长了 25.83%,而基础保障得分仅增长了 10.20%。由此可见,民生福祉得分的增长是推动湖州城乡幸福生活指数提升的主要因素。进一步分析发现,每万人拥有的基层公共文化设施面积的变化情况对民生福祉的得分影响最为显著,其次为居民人均可支配收入。总体来看,湖州市城乡幸福生活指数的稳步提升与其多年来致力于探索城乡共富发展路径密不可分。例如,因地制宜发展安吉白茶产业与乡村旅游产业,提供“金融惠农”(竹林碳汇贷)进村服务,建立城乡医检结果互认共享信息平台,构建南浔区乡镇公办幼儿园“托幼一体化”服务体系,以及加强市内外交通基础设施建设(包括沪苏湖高铁、湖杭高速、苏湖城际铁路和“四好农村路”建设项目)等,这些措施都成为推动城乡共富发展的创新实践,并对缩小城乡差距起到了积极作用。据统计,湖州市 2023 年城乡居民收入倍差由 2015 年的 1.73:1 缩小至 1.57:1,较全国平均水平低 0.23,而且与浙江省城乡收入比最优城市嘉兴市的差距缩小至 0.04,居全省第 3 位。

四、结论与讨论

(一) 结论

本研究围绕国家可持续发展议程创新示范区湖州市的建设主题,即“绿色创新引领生态资源富集型地区可持续发展”,结合“两山”理念和可持续发展理论,构建了包括绿水青山维护、科技创新驱动、经济高质量发展和城乡幸福生活 4 个维度在内的绿色创新可持续发展指标体系,并据此提出绿色创新可持续发展指数。随后,以湖州市 2017—2022 年数据为样本进行实证测度,主要得出以下结论:(1)整体而言,2017—2022 年湖州市绿色创新可持续发展水平持续提升,绿色创新可持续发展指数在 5 年间增长了 8.73%。(2)从 4 个维度来看,2017—2022 年湖州市科技创新驱动指数增长最为显著,5 年间增长了 36.91%;绿水青山维护指数增长相对稳定,5 年间仅增长了 6.16%,这与湖州市生态基础较好有关;经济高质量发展指数与城乡幸福生活指数呈现稳步增长的态势,分别增长了 22.54%和 17.92%。(3)2017—2022 年湖州市绿色创新可持续发展指数变化趋势与湖州市发展实际相吻合,证明该指标体系具有一定的科学性。

(二) 讨论

评价指标的选取是本研究面临的一大难点。尽管本研究成功探索并构建了一套绿色创新可持续发展指标体系,但仍不可避免地存在一定局限性,具体表现如下:其一,在创新机制维度,研究应进一步深入挖掘当地为支持绿色创新可持续发展所出台的多元化政策,并尝试将其转化为可量化的指标。然而,受限于数据获取的难度,本研究未能将国有资本创新活跃度、科技金融发展指数以及城镇绿色建筑占比等指标纳入其中。其二,在指标权重确定方法上,本研究目前主要采用等权赋权法,这种方式相对单一。为提升评价结果的科学性,后续应运用多种方法进行综合赋权,以更准确地反映各指标的实际重要性。其三,本研究虽构建了指标体系框架,但尚未对各指标对绿色创新可持续发展指数的贡献度展开系统分析,也未深入探讨 4 个维度之间的内在转化机制。这可能导致对绿色创新可持续发展内在规律的把握不够全面和深入。其四,指标体系在其他城市的适配性有待提高。例如,“入太湖断面水质达标比例”等具有湖州特色的指标,在其他城市可能并不适用。因此,在推广应用该指标体系时,需充分考虑不同城市的实际情况和政策特点,对指标进行相应调整,以提高其与其他城市的适用性。其五,从研究的时间跨度和对

比分析来看,本研究仅聚焦于湖州市 2017—2022 年的数据,时间跨度较短,难以全面反映湖州市绿色创新可持续发展的长期趋势和动态变化。此外,本研究未将湖州市与其他生态资源富集型地区进行对比分析,这在一定程度上限制了研究结果的普适性和推广价值。未来研究应适当延长研究时间跨度,并加强跨区域对比分析,以增强研究结论的可靠性和指导意义。

综上,未来研究可从以下几个方面展开:(1)扩展时间序列:收集更长时段的数据,揭示湖州市绿色创新可持续发展的长期趋势和阶段跃迁特征;(2)区域比较分析:将研究范围扩展至更多地区,通过横向比较以检验指标体系的区域适配性,进而优化指标权重;(3)交互机制解析:运用结构方程模型(SEM)量化各指标的贡献度,特别是研究 4 个一级指标之间的交互机制,以深入分析湖州市未来绿色创新可持续发展的提升路径。

参考文献:

- [1] 孙新章. 国家可持续发展议程创新示范区建设进展量化评估方法体系研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2024(5).
- [2] 中华人民共和国国务院. 中国落实 2030 年可持续发展议程创新示范区建设方案[R]. 国发〔2016〕69 号.
- [3] COOKE P. Regional innovation systems: Development opportunities from the “green turn”[J]. Technology Analysis & Strategic Management, 2010(7).
- [4] 李旭. 绿色创新相关研究的梳理与展望[J]. 研究与发展管理, 2015(2).
- [5] 涂永红, 任屹颖, 郭彪. 长江经济带城市绿色创新发展[J]. 经济理论与经济管理, 2023(10).
- [6] HORBACH J. Determinants of environmental innovation: New evidence from German panel data sources[J]. Research Policy, 2008(1).
- [7] 王馨, 王营. 环境信息公开的绿色创新效应研究: 基于《环境空气质量标准》的准自然实验[J]. 金融研究, 2021(10).
- [8] DU J, LIU Y, DIAO W. Assessing regional differences in green innovation efficiency of industrial enterprises in China [J]. International Journal of Environmental Research and Public Health, 2019(6).
- [9] LUO X, ZHANG W. Green innovation efficiency: A threshold effect of research and development [J]. Clean Technologies and Environmental Policy, 2021(23).
- [10] SCHIEDERIG T, TIETZE F, HERSTATT C. Green innovation in technology and innovation management: An exploratory literature review[J]. R&D Management, 2012(2).
- [11] 许玉洁, 刘曙光. 黄河流域绿色创新效率空间格局演化及其影响因素[J]. 自然资源学报, 2022(3).
- [12] LEENDERS M A, CHANDRA Y. Antecedents and consequences of green innovation in the wine industry: The role of channel structure[J]. Technology Analysis & Strategic Management, 2013(2).
- [13] 孙博文. 新质生产力背景下中国绿色创新能力评价: 基于绿色技术创新能力、绿色技术创新辐射力和绿色创新制度支撑力的“三力”评价体系研究[J]. 生态经济, 2024(7).
- [14] 杜艳春, 程翠云, 何理, 等. 推动“两山”建设的环境经济政策着力点与建议[J]. 环境科学研究, 2018(9).
- [15] 张环宙, 沈旭炜, 李寒凝. “绿水青山就是金山银山”的浙江实践与转化路径[J]. 环境与可持续发展, 2021(1).
- [16] 孙崇洋, 程翠云, 段显明, 等. “两山”实践成效评价指标体系构建与测算[J]. 环境科学研究, 2020(9).
- [17] 朱佳天, 胡涛, 冯晓飞, 等. 区域“两山”转化评价指标体系研究[J]. 环境科学与技术, 2022(增刊 1).
- [18] 刘炳胜, 韩宁, 马历, 等. 共同富裕视角下生态城市可持续发展路径研究: 以浙江省湖州市为例[J]. 生态经济, 2023(5).
- [19] SEMAN N A A, GOVINDAN K, MARDANI A, et al. The mediating effect of green innovation on the relationship between green supply chain management and environmental performance[J]. Journal of Cleaner Production, 2019(229).
- [20] 黄云凤, 张项童, 崔胜辉, 等. 绿色城市评价指标体系的构建与权重[J]. 环境科学学报, 2020(12).
- [21] XU Z, CHAU S N, CHEN X, et al. Assessing progress towards sustainable development over space and time[J]. Nature, 2020(7788).

- [22] SHAN Y, GUAN Y, HANG Y, et al. City – level emission peak and drivers in China[J]. Science Bulletin, 2022(18).
- [23] SHAN Y, GUAN D, LIU J, et al. Methodology and applications of city level CO₂ emission accounts in China[J]. Journal of Cleaner Production, 2017(161).
- [24] SHAN Y, LIU J, LIU Z, et al. An emissions – socioeconomic inventory of Chinese cities[J]. Scientific Data, 2019(1).
- [25] LEE J W. Green finance and sustainable development goals: The case of China[J]. Journal of Asian Finance Economics and Business, 2020(7).
- [26] 刘华珂, 何春. 绿色金融促进城市经济高质量发展的机制与检验: 来自中国 272 个地级市的经验证据[J]. 投资研究, 2021(7).
- [27] WANG X, ZHAO H, BI K. The measurement of green finance index and the development forecast of green finance in China[J]. Environmental and Ecological Statistics, 2021(28).

A Study on the Green Innovation – Driven Sustainable Development Index System

ZHANG Wei^{1,2}, LI Junqing¹, SHI Yajuan³, WANG Jianbing¹, FANG Yiheng¹

(1. Huzhou Institute of Zhejiang University, Huzhou 313000, China; 2. College of Control Science and Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310000, China; 3. Research Center for Eco – Environmental Sciences, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100000, China)

Abstract: Green innovation is the key path to achieving the transformation of the “Two Mountains” concept (which hold that lucid waters and lush mountains are invaluable assets) and serves as the core engine of sustainable development. It is crucial to objectively and scientifically assess the level of regional green innovation and identify the key factors influencing its development to promote regional sustainable development. Based on the theories of “Two Mountains” and sustainable development, this study analyzes the connotations of green innovation sustainable development and compares existing evaluation index system. It establishes a green innovation – driven sustainable development index system, comprising 10 secondary indicators and 56 tertiary indicators. The system includes four key dimensions: the maintenance of lush waters and green mountains, the promotion of scientific and technological innovation, high – quality economic development, and the pursuit of happy urban and rural life. It proposes the Green Innovation Sustainable Development Index (GISDI). Taking Huzhou, an innovation demonstration zone under the National Sustainable Development Agenda, as a case study, this research estimates and evaluates Huzhou’s green innovation sustainable development level from 2017 to 2022. The results show that: (1) Overall, the level of green innovation sustainable development of Huzhou has shown continuous growth, increasing by 8.73 points over five years; (2) Among the four dimensions, the index for scientific and technological innovation in Huzhou City grows the most significantly, with an increase of 36.91% over five years. The index for the maintenance of lucid waters and lush mountains experiences a stable growth, with an increase of 6.16%. (3) From 2017 to 2022, the trend of change in Huzhou’s green innovation sustainable development index aligns with the city’s actual development, demonstrating the scientific basis of the index system.

Key words: the “Two Mountains” concept; sustainable development theory; index system; green innovation sustainable development index (GISDI)

[责任编辑 杨 敏]