

“绿水青山就是金山银山”理念下 产业生态化评估框架和核心指标体系构建

李娟花,郝海广*,孙丽慧,张泽乾,李宇扬

(中国环境科学研究院,北京 100012)

【摘要】“绿水青山就是金山银山”(以下简称“两山”)是生态文明建设的核心理念,产业生态化是推进生态文明建设、推动发展方式绿色转型的核心路径。本文针对现有产业生态化评估多侧重经济或环境单一维度、重经济轻民生等局限,立足经济-社会-自然复合系统的产业、生态双维度特征,以“两山”理念为指引,构建生态环境保护、绿色低碳发展、生态价值转化、民生福祉提升四维评估框架,并设计覆盖宏观(地方政府)、中观(产业园区)、微观(企业)的核心指标体系。“两山”理念发源地浙江安吉县的实证验证表明,该体系可量化区域产业生态化水平,在该体系评估下,安吉县2023年综合得分为85.1分,且能精准识别其产业生态化发展的短板,为地方政府作出绿色转型决策、管理企业清洁生产实践提供量化工具,助力实现生态-经济-民生协同发展。

【关键词】产业生态化;“两山”理念;评估框架;核心指标体系;多尺度评估;案例验证

中图分类号:F120 文献标识码:A 文章编号:1673-288X(2025)05-0003-12 DOI:10.19758/j.cnki.issn1673-288x.202505003

引言

当前,我国生态文明建设仍然处于压力叠加、负重前行的关键期^[1],随着资源环境的约束不断加剧,产业生态化的地位和作用日益凸显^[2]。2018年5月,习近平总书记在全国生态环境保护大会上要求必须加快建立健全“以产业生态化和生态产业化为主体的生态经济体系”^[1]。2024年4月,习近平总书记主持中部地区崛起座谈会时再次部署“推进产业生态化和生态产业化”,“两山”理念作为生态文明建设的核心理念,为这一部署提供了根本遵循,其生态优先、低碳转型、福祉导向的核心内涵^[3],要求产业生态化需突破“重发展轻保护”的传统模式,实现产业发展不破坏生态、生态优势反哺产业的协同。在此背景下,产业生态化已成为培育发展新质生产力、推动“两山”理念从理

论走向实践的重要抓手。

长期以来,我国实施清洁生产^[4-7]、建立生态工业园区^[8-9]、发展循环经济^[10-11]等措施,为推动传统产业向生态产业转化以及经济结构调整发挥了重要作用。截至2024年底,我国三次产业结构优化为6.8:36.5:56.7,单位GDP能耗、碳排放强度较2012年分别下降超过29%、38%,但产业结构偏重、环境约束偏紧的国情没有改变^[12]。2024年7月,中共中央、国务院发布了《中共中央 国务院关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》,明确了加快经济社会全面绿色转型的各目标标和任务,这是首次从国家战略层面对加快经济社会绿色发展作出系统部署,彰显了国家推动经济社会全面绿色转型的决心和动力。

产业生态化作为生态文明体系的主要内容之一,是推动社会经济绿色发展的重要途径^[13]。

基金项目:中央级公益性科研院所基本科研业务专项“生态文明与社会治理实验室建设”(2025YSKY-07)。

作者简介:李娟花(1990—),女,硕士,高级工程师,研究方向为生态环境评价与管理,E-mail:lijh@craes.org.cn。

通讯作者:郝海广(1981—),男,博士,研究员,研究方向为资源利用与生态环境效应,E-mail:haohg@craes.org.cn。

构建科学、系统的产业生态化评估框架,是学术界和政策制定者普遍关注的焦点。目前,国内对于产业生态化研究还处于初级阶段,关于产业生态化的内涵、定义、评估方法等,还未形成统一的理论体系^[14-16],现有研究多聚焦生态效率测算、污染减排等单一维度,忽略了民生福祉提升的最终目标。基于此,本文以“两山”理念的绿色性、可持续性、现代化等基本内涵为指引,立足社会经济复合系统的产业、生态双维度特性,以产业生态化的过程、目的为主线,从生态环境保护、绿色低碳发展、生态价值转化、民生福祉提升这四个维度研究提出产业生态化评估框架和核心指标体系,为定量评估区域产业生态化水平、全面提升产业生态化质量、健全绿色低碳发展机制决策提供量化依据。

1 产业生态化评估研究现状

产业生态化作为破解经济发展与生态保护矛盾的核心路径,其理论源头可追溯至“产业代谢”理论^[17-18]对人类生产系统与自然生态系统物质能量流动关系的揭示。1989年,Robert Frosch和Nicolas Gallopoulos提出“工业生态学”概念,明确其核心是通过模仿自然生态系统物质循环原理,实现产业系统能源消耗优化、废物排放最小化及废弃物跨流程再利用^[19],这一理论将产业与生态的关联从“单向影响”升级为“系统共生”,为后续研究奠定基础^[20-21]。20世纪90年代,该理论被引入国内后,学者对其进行动词化,将其演变为产业生态化论^[22-25],聚焦如何通过产业系统重构实现生态与经济协调。然而,目前学界对其内涵界定仍未形成共识。

从内涵研究来看,现有成果呈现多视角分化的特征。从目标导向层面^[26-27],学者认为产业生态化是依托生态循环原理,将产业主体纳入生态链条以实现资源高效利用与环境-经济双效益提升的状态;在过程导向层面^[28],其被定义为以产业生态学为指导,通过物质循环、产

业共生原理优化产业全流程,构建“经济-生态协调”产业体系的动态过程;在系统导向层面^[29-30],研究更强调将产业活动嵌入自然生态系统的循环中,推动人类生产系统与自然生态系统深度交融。在经济学层面^[31-32],狭义定义聚焦企业、行业间的资源耦合与循环利用(如生态工业园),广义定义则延伸至遵循生态经济规律的产业体系构建。尽管视角差异显著,但其核心均在于如何借鉴自然生态系统的形成机理来重构产业生态系统,以达到物质能量的循环^[33],为评估体系构建提供了理论共识。

从评估实践来看,国外研究侧重产业生态与能源关系^[34]、产业系统与环境协调等^[35-36]理论探索,评估实践则以生态效率测算、综合评价模型应用为核心^[37-45];国内研究起步较晚,结合我国绿色转型需求,形成了多尺度、多维度的评估探索。从评估方法来看,物质流分析法^[46-47]通过追踪物质流动规律量化环境影响,生态效率法^[48-49]通过投入-产出比衡量生态化水平,综合评价指标体系法^[50-51]则通过多维度指标构建实现全面评估。对比来看,综合评价指标体系法因能兼顾系统性与操作性,成为当前主流方法,但仍存在尺度适配性不足、核心维度缺失等问题。从评估指标体系的构建来看,国家等大尺度聚焦“多要素投入-多类型排放”角度,构建覆盖资源、人力、资本等资源投入与环境产出双视角设计指标;省级尺度多围绕“资源消耗-经济产出-污染排放”的协同关系展开,侧重“产业-生态”二元耦合,重点分析产业生态化的效率特征;特定区域则聚焦区域功能定位与产业生态化的适配性,较少关注单一生态要素与产业关联。

总结来看,现有研究多侧重对产业效率或生态效率单一维度的评估,相对忽视了产业系统与生态环境系统间的相互关联,生态化内涵没有完全得到体现,普遍存在生态价值转化缺失、民生维度覆盖不足等局限。基于此,立足

现有的产业生态化理论研究,从整体性与系统生态化评估框架与指标体系成为当前研究的关
键突破方向。
性角度入手,构建贴合“两山”理念的产业生态化评估框架与指标体系成为当前研究的关
键突破方向。

表 1 国内外典型区域产业生态化评估指标体系梳理

作者	研究区域	核心视角	代表性指标	研究局限
Hartmut Hoh 等 ^[52]	德国	投入-产出双维度	投入:土地、能源、水、劳动力、资本 产出:温室气体、酸性气体	仅聚焦“资源投入-污染 产出”,未涉及生态价值 转化与民生福祉提升
何春等 ^[53]	黄河流域 100 个地级市	投入-期望产出-非 期望产出三个维度	投入:固定资产投资、耗电量、城市建设用地 期望产出:第三产业比重、人均地区生产总值 非期望产出:工业废水排放量、二氧化硫排放 量、烟粉尘排放量	侧重宏观经济与污染排放 关联,忽略产业内部低碳 转型指标
袁世一等 ^[54]	中国 31 个省 (区、市)	资源消耗-经济产出- 污染排放协同	资源消耗:水资源总量、电力消耗 经济产出:GDP 污染排放:工业二氧化碳、烟粉尘排放量	以省级尺度为主,未体现 区域异质性(如生态脆弱 区与工业密集区差异)
逯承鹏等 ^[16]	黄河流域 9 省区	产业系统-生态环境 系统二元耦合	产业系统:人均 GDP、R&D 经费占比、产业高 级化指数 生态环境系统:万元 GDP 水耗/能耗、工业固 废综合利用率	虽关注产业与生态耦合, 但未设置“生态价值转 化”中间环节,难以体现 “两山”双向转化
张国俊等 ^[50]	广州市	经济效率-生态效率 双核心	经济效率:人均 GDP、高新技术产品产值占 比、研发投入占比 生态效率:单位 GDP 能耗/水耗、城市污水处 理率	聚焦经济发达区域,指标 偏向“高研发-低消耗”特 征,对欠发达区域适配性 不足
韩政等 ^[55]	中国沿海 12 个省(区、市)	产业升级-低碳减排 协同	产业升级:人均 GDP、第三产业占比、全员劳 动生产率 低碳减排:单位 GDP 电/水耗、工业二氧化 硫/二氧化碳排放量	仅覆盖沿海区域,未考虑 内陆地区“生态资源依赖 型”产业(如生态旅游)的 评估需求
王晶等 ^[56]	鄱阳湖生态经 济区	资源投入-循环利用- 污染控制	资源投入:固定资产投资、用水总量、综合能 源消费量 循环利用:工业固废综合利用率 污染控制:废水、烟尘、二氧化硫排放量	依托湖泊库区,侧重“水 资源保护”,未涉及陆地 生态系统相关指标(如森 林碳汇)
Yang Zhou 等	中国 30 个省 (区、市)	多要素投入-多类型 排放综合评估	投入:城镇建设用地、一二三产业从业人员、 用水总量、资本存量 排放:废水、烟尘、二氧化硫、碳排放总量	指标以量化数据为主,缺 乏主观感知类指标(如公 众生态满意度),评估维 度单一

2 产业生态化评估框架

习近平总书记提出的“绿水青山就是金山
银山”的科学论断,是对生态环境和经济发展
观的高度凝练^[57]。其核心是通过生态环境保
护筑牢发展根基(即“绿水青山”),通过绿色低

碳转型激活经济价值(即“金山银山”),最终以
民生福祉为落脚点,实现生态-经济-社会协同
发展^[3],可将其概括为“生态优先、低碳转型、
福祉导向”三大维度。

“两山”理念既强调生态环境的价值转化,
又强调经济活动的绿色转型。学界一致认为,

产业生态化的核心是从生态角度重塑产业系统,使社会经济发展向恢复自然生态和扩充环境容量方向转变,实现产业活动与生态系统的良性循环。基于此,本文定义“两山”理念下的产业生态化,即以“两山”理念为指导,通过重构产业发展逻辑,将生态环境保护要求融入产业全链条,以绿色低碳技术为支撑,以生态价值转化为路径,最终实现“产业发展不破坏生态、生态优势反哺产业”的可持续发展模式。其本质是让产业活动既成为生态保护的“践行者”,又成为生态价值的“转化者”,同时通过绿色发展增进民生福祉。

基于上述内涵,以社会经济活动对区域生

态环境质量和绿色发展水平影响为主要出发点,立足经济-社会-自然复合系统的产业、生态双维度特征,从生态环境保护、绿色低碳发展、生态价值转化、民生福祉提升等四个维度研究提出产业生态化评估框架。评估以社会经济活动过程中的“绿色化”和“生态化”为内容主线,开展评估期和基准期时序对比,耦合分析产业发展对环境质量和生态系统的影响,综合评估各类生产活动对产业生态化水平的影响作用。进而,关联分析可能引起产业生态化水平变化的影响因素,为优化产业结构、创新产业政策和管理体系等提供依据。产业生态化评估框架和基本思路见图1。

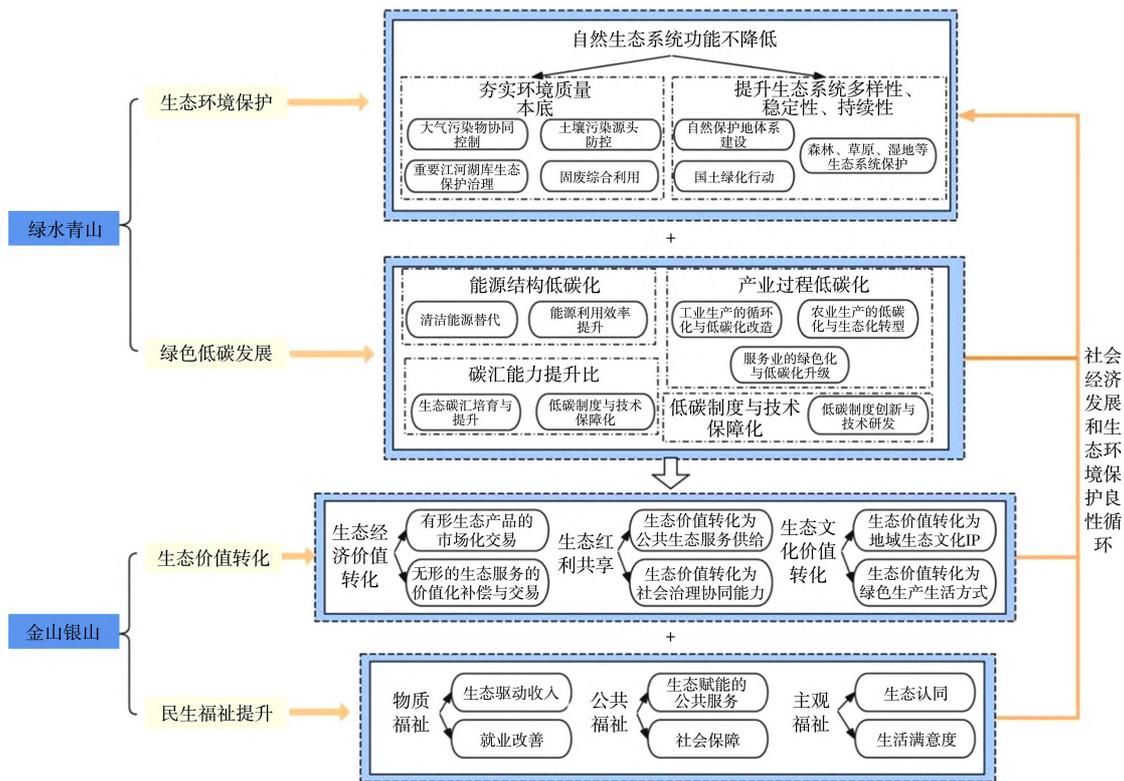


图1 “两山”理念下产业生态化评估框架和基本思路

在构建产业生态化评估框架体系中,需重点考虑以下三个方面:

一是以生态环境保护为前提,守住“绿水青山”底线。产业生态化强调产业对生态系统的修复性而非破坏性,其核心目标是在高效低耗的经济增长的同时实现生态环境质量改善和生态系统功能的提升,使产业发展成为生态系

统修复的助力,实现产业与自然协同发展与可持续发展的过程。

二是以绿色低碳发展为路径,激活“金山银山”的转化机制。产业生态化评估的重点是推动产业结构向低碳化、循环化、生态化转型。一方面通过技术创新(如清洁能源替代、节能减排技术)降低产业碳排放与资源消耗,另一

方面通过产业链重构、发展循环经济,提升资源利用效率,从传统的依赖资源消耗的单向线性发展转变为依靠生态型资源循环化发展。

三是以生态价值转化为纽带,打通“两山”双向转化的关键通道。以生态环境保护形成的“生态存量”为基础,以绿色低碳发展培育的“生态增量”为支撑,通过市场化交易、产业化开发等路径,将生态系统的供给功能、调节功能、文化功能等转化为可衡量的经济收益、公共服务与文化认同,既反哺生态保护的持续投入,又为民生福祉提升提供物质与精神支撑。

四是以增进民生福祉为目标,实现“两山”协同的社会价值。产业生态化的最终落脚点是提升居民生活质量,促进实现人与自然和谐共生。一方面通过提升生态环境质量直接保障居民健康福祉,另一方面通过绿色产业创造高质量就业岗位,提高居民收入,形成以物质文明为目标导向的经济现代化、以生态文明为目标导向的生态现代化的全面现代化。

3 “两山”理念下产业生态化评估指标体系构建与案例验证

3.1 指标构建原则与方法

3.1.1 指标构建原则

产业生态化评估结果的科学化、规范化、合理化关键在于如何建立客观的指标体系。在构建指标体系时,指标应能直接或间接反映“两山”理念下产业生态化的内涵,同时还应充分考虑指标的科学性、综合性、可行性与实践性的统一。

(1)生态-经济协同原则

指标需同时体现“生态保护红线”和“产业发展底线”,既包含生态环境质量、资源消耗等刚性约束指标,也涵盖产业经济效益、生态价值转化等协同发展指标,避免单一强调生态或经济。如,既要考核“单位产值碳排放强度”,也要考核“生态产品价值转化或实现率”,体现“产业不破坏生态、生态反哺产业”的逻辑。

(2)全链条覆盖原则

呼应“两山”理念下产业生态化的内涵,指标需覆盖产业的源头(资源输入)-过程(生产环节)-末端(废物排放与回收)-转化(生态价值输出)全过程,如资源开采效率、生产过程清洁化程度、废弃物资源化率、第三产业增加值(或生态旅游收入)占比等,将生态要求体现在产业过程的各个环节。

(3)民生导向原则

以增进民生福祉为出发点,指标需考虑居民在生态保护和产业发展过程中的获得感,如人均GDP、居民人均可支配收入等,避免生态保护和社会经济发展与民生脱节。

(4)科学可行原则

指标需以复合生态系统、生态学、产业生态学、产业代谢、循环经济、产业共生等理论为基础,能客观反映“两山”理念内涵下产业系统的产业与生态双维度特征;同时需兼顾数据的可获取性、适用性,以便实现业务化应用。

3.1.2 指标构建方法

结合“两山”理念的内涵与产业生态化的复杂特性,采用以下方法组合构建指标体系。

(1)文献调查法与理论推演法

梳理“两山”理念、产业生态化、生态经济评估等领域的研究成果,提炼已有成熟指标,如资源利用效率、生态环境质量、污染物排放效率等;基于本文提出的“两山”理念产业生态化的内涵和核心要素,新增适当的指标,体现“两山”转化的程度。

(2)频度分析法与专家咨询法

为了增强指标的可操作性,通过频度分析法统计《生态文明建设示范区(市)建设指标》《生态文明建设示范区(县)建设指标》《“两山”指数评估指标体系》《绿色发展指标体系》等10余项国家规范中的高频指标,结合专家咨询筛选核心指标。

(3)生命周期评价(LCA)法与层次分析法
针对产业全链条特征,借鉴LCA全链条分

析思路,将生产耗能、废弃物回收利用等指标纳入,确保指标覆盖产业生态化的全过程。将评估目标产业生态化水平分解为准则层-指标层的层级结构,准则层为生态保护、绿色低碳、民生福祉、价值转化,运用层次分析法确定各指标的权重,形成权重体系,增强指标的逻辑层次性。

3.2 指标体系构建

3.2.1 评估指标确定

基于文中提出的“两山”理念内涵和产业生态化定义,从生态环境保护、绿色低碳发展、生态价值转化、民生福祉提升等四个维度构建

指标框架体系。评估对象覆盖宏观-中观-微观三级尺度:从宏观尺度来看,评估主体为地方政府,目标是衡量区域产业生态化整体水平,核心指标聚焦生态环境质量达标率、绿色产业产值占GDP比重、居民人均生态收入等区域层面指标;从中观尺度来看,评估主体为产业园区,目标是指导园区循环化改造,核心指标聚焦单位面积碳排放强度、固废综合利用率等空间层面指标;从微观尺度来看,评估主体为企业,目标是推动企业清洁生产,核心指标聚焦单位产值能耗、绿色技术研发投入占比等生产层面指标。

表2 “两山”理念下产业生态化评估指标体系框架设计

准则层	核心指标	指标选取依据	数据来源	评估尺度
1.生态环境保护维度 (关键所在)	单位产值污染物排放量(废水/废气/固废)	反映产业发展对生态环境的直接影响,体现“产业发展不破坏生态”的底线	生态环境统计年报、统计年鉴	微观(企业)、中观(园区)
	生态环境质量达标率(如空气质量优良天数占比、水质达标率)	衡量产业所在区域生态环境的整体状况,是“生态保护”的直接体现	环境质量公报	宏观(地方政府)
	生态修复面积占比(如矿山修复、湿地恢复面积占受损面积比例)	体现产业发展对生态环境的补偿能力,呼应“保护优先、修复为辅”的理念	统计年鉴	宏观(地方政府)
2.绿色低碳发展维度 (核心思想)	单位产值碳排放强度(吨CO ₂ /万元)、水耗、能耗等资源(水/土地/矿产)利用效率(单位资源产出率)	直接反映产业低碳化水平,是绿色低碳的核心指标 反映产业对生态资源的消耗强度,体现“高效利用、减少破坏”的生态保护要求	统计年鉴、国民经济和社会发展公报 水资源公报、统计年鉴	微观(企业)、中观(园区)、宏观(地方政府) 微观(企业)、中观(园区)、宏观(地方政府)
	清洁能源消费占比(如水电、风电、光伏等占总能源消费比例)	体现能源结构绿色化程度,反映产业对传统高碳能源的替代进度	统计年鉴	微观(企业)、中观(园区)、宏观(地方政府)
	绿色技术研发投入占比(企业研发费用中绿色技术占比)	衡量产业以技术支撑绿色转型的能力,呼应“绿色低碳技术为支撑”的定义	统计年鉴	微观(企业)
	绿色产业产值占比(如环保产业、高新技术产业产值占GDP比例)	反映产业结构向绿色化转型的程度,体现绿色低碳的发展导向	统计年鉴	宏观(地方政府)
	生态价值转化维度 (路径与协同)	生态产品市场交易额(如碳汇交易、绿色农产品溢价收入)	体现生态价值转化路径,衡量生态优势转化为经济收益的能力	统计公报、统计年鉴

续表

准则层	核心指标	指标选取依据	数据来源	评估尺度
	产业对生态资源的依赖度与反哺度(如旅游业收入中生态资源贡献占比)	反映“生态优势反哺产业”的协同关系,避免产业与生态脱节	统计公报、统计年鉴	宏观(地方政府)、中观(园区)
	绿色产业产值占地区生产总值比重(如生态旅游、有机农业等)	反映生态优势转化为产业优势的规模	统计公报、统计年鉴	宏观(地方政府)
	生态资源转化率(已转化为经济价值的生态资源量/可转化生态资源总量)	衡量转化效率,破解“有生态优势但不会转化”的困境,体现产业生态化的路径有效性	统计公报、统计年鉴	宏观(地方政府)、中观(园区)
4.民生福祉提升维度(出发点与落脚点)	生态产业就业人数占比(如生态旅游、现代农业就业人数占总就业人数比例)	体现产业生态化对居民就业的带动作用,直接关联民生福祉	统计年鉴	宏观(地方政府)
	居民人均生态收入(如生态旅游、绿色农产品收入或居民人均可支配收入等)	反映“生态优势反哺民生”的效果,是“增进福祉”的量化体现	统计公报、统计年鉴	宏观(地方政府)
	公众对生态环境满意度(问卷调查数据)	从主观层面衡量居民对生态保护与产业发展平衡的认可程度,体现民生导向	人社数据、调研	宏观(地方政府)
	生态教育普及率(参与生态保护培训人数占比)	反映公众对“两山”理念的认知度,是民生福祉中“生态意识提升”的间接指标	问卷调查	宏观(地方政府)

(1)生态环境保护维度。区域环境质量水平和生态保护水平是决定产业生态化水平的重要维度。分别从单位产值污染物排放量、生态环境质量达标率、生态修复面积占比等方面筛选核心指标,来评估产业发展对生态环境整体状况的影响等。

(2)绿色低碳发展维度。产业绿色转型的核心是要解决产业结构中的高污染、高能耗和高排放等问题^[57],控污减污是产业生态化能源—生产—消费—保障全链条的核心内容。能源是产业排放的主要来源,能源结构的低碳化是从根源上减碳的核心,通过技术改造等方式促进产业用能的高效化,从清洁能源替代、绿色技术研发投入、绿色产业产值等方面筛选核心指标,同步提升能源利用效率。由于资源消耗和污染物排放的绝对量难以体现地区经济发展

效率,选用单位产值碳排放强度、水耗、能耗及资源利用效率等相对水平来衡量。

(3)生态价值转化维度。生态价值转化是连接“绿水青山”(生态环境保护、绿色低碳发展)与“金山银山”(民生福祉提升)的核心传导纽带。生态资源如何转化为经济收益,是生态价值转化的基础形态,从有形生态产品与无形生态服务两个角度去衡量,从生态产品市场交易额、产业对生态资源的依赖度与反哺度、绿色产业产值占地区生产总值比重、生态资源转化率等四方面构建核心指标。

(4)民生福祉提升维度。“两山”理念中增进民生福祉的核心是以“绿水青山”为基础,通过产业生态化实现生态保护—价值转化—民生受益的良性循环,既为居民提供宜居的生态环境(生存福祉),也可创造可持续的收入与就业

(发展福祉)。从生态产业就业人数占比、居民人均生态收入、公众对生态环境满意度、生态教育普及率等四方面构建核心指标。

3.3 安吉县产业生态化评估

为验证指标体系的可操作性和科学性,选取“两山”理念的发源地浙江安吉县(宏观尺度,即政府层面)进行实证研究。安吉县已形成生态农业(白茶产业)-绿色工业(竹加工低碳改造)-生态旅游(余村模式)的完整产业生态链,2023年获评国家生态文明建设示范区,其产业生态化实践覆盖生态保护-低碳转型-价值转化-民生受益全链条,与本文构建的四维评估框架高度匹配。选取安吉县作为案例,既能验证指标体系在成熟实践区域的适用性,也能为其他区域提供可复制的参考范式。

3.3.1 数据来源

评估数据均来自公开权威渠道,具体包括:《2023年安吉县国民经济和社会发展统计公报》、《2024年安吉县环境质量报告书》、《安吉统计年鉴2024》、《安吉县环境质量报告(2023年度)》、《安吉县“两山”实践创新基地报告(2023)》、湖州市生态环境局公开的污染排放数据、浙江省统计局“绿色产业发展监测指标”数据库,确保数据的客观性与时效性。

3.3.2 评估方法

采用“指标标准化—权重确定—综合得分计算”的步骤开展评估:

指标标准化:针对正向指标(如生态环境质量达标率)采用正向标准化公式($x_{ij}' = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)}$),负向指标(如单位产值污染物排放量)采用负向标准化公式($x_{ij}' = \frac{\min(x_j) - x_{ij}}{\max(x_j) - \min(x_j)}$),消除指标量纲差异。

权重确定:采用层次分析法,结合专家咨询确定准则层权重:生态环境保护维度0.25、绿色低碳发展0.30、生态价值转化维度0.25、民生福祉提升维度0.20。

综合得分计算:采用加权求和法计算产业生态化综合得分($S = \sum_{i=1}^n w_i \times x_i' \times 100$,其中 w_i 为第*i*项指标权重, x_i' 为第*i*项指标标准化值),范围为0~100分,得分越高表明产业生态化水平越高。

3.3.3 评估结果分析

安吉县2023年产业生态化核心指标评估结果如表3所示,综合得分为85.1分,符合其“两山”实践创新基地的定位。

表3 安吉县2023年产业生态化核心指标评估结果

准则层	核心指标	2023年实际值	标准化值	指标权重	加权得分
生态环境保护维度(权重0.25)	1.空气质量优良天数占比	92.1%	0.92	0.08	7.36
	2.地表水Ⅲ类及以上断面比例	100%	1.00	0.08	8.00
	3.矿山修复面积占受损面积比例	85%	0.85	0.09	7.65
绿色低碳发展维度(权重0.30)	1.单位GDP能耗(吨标准煤/万元)	0.42	0.88	0.10	8.80
	2.清洁能源消费占比(水电+光伏+风电)	45%	0.82	0.08	6.56
	3.绿色技术研发投入占比(规上企业)	3.2%	0.78	0.07	5.46
	4.绿色产业产值占GDP比重(环保+生态旅游)	38%	0.90	0.05	4.50
生态价值转化维度(权重0.25)	1.生态产品市场交易额(亿元)	12.3(含碳汇2.1、绿色农产品溢价3.8)	0.85	0.09	7.65
	2.生态旅游收入占旅游总收入比重	72%	0.88	0.08	7.04
	3.生态资源转化率(可转化生态资源变现率)	68%	0.75	0.08	6.00
民生福祉提升维度(权重0.20)	1.生态产业就业人数占总就业比重	32%	0.82	0.08	6.56
	2.居民人均生态收入(元)	18000	0.86	0.07	6.02
	3.公众生态环境满意度(%)	85	0.70	0.05	3.50
综合评估结果				1.00	85.1

从四大维度来看,生态环境保护维度加权得分 23.01 分,生态本底优势显著;绿色低碳发展维度加权得分 25.32 分,单位 GDP 能耗、绿色产业产值占比表现优异,反映出安吉县通过竹产业绿色改造、新能源替代推动产业低碳转型成效优异,但绿色技术研发投入较弱,技术创新驱动力需加强;生态价值转化维度加权得分 20.69 分,生态产品市场化成效显著,碳汇交易、绿色农产品溢价带动生态资源变现,但生态资源转化率(68%)仍有提升空间,需进一步拓展“生态+”产业融合路径;民生福祉提升维度加权得分 16.08 分,生态产业就业、居民生态收入指标表现良好,体现“生态惠民”成效,但公众生态满意度低于其他,需加强生态宣传与公众参与机制建设。

评估结果识别出的“绿色技术研发不足”“公众满意度偏低”等短板,与安吉县《2023 年生态文明建设工作报告》中提及的“产业转型痛点”高度一致,表明指标体系能够精准捕捉产业生态化发展短板,为政策制度提供靶向指引,验证了本文构建的评估框架和指标体系具有较强的可操作性。同时,为提升区域适配性,后续可对指标体系进行针对性调整,对特色产业补充专项指标,如安吉县的“竹产业绿色加工绿”,形成“通用+特色”的指标体系,适配区域产业特征。

4 讨论

(1)研究契合“两山”理念内涵。现有产业生态化评估多侧重污染减排、生态效率单一维度,本文首次将“两山”理念“民生导向”“价值转化”等核心要求融入评估体系,形成保护-转型-转化-惠民的完整链条,且通过构建四维框架,填补现有研究生态价值转化缺失、民生维度覆盖不足的空白,为产业生态化理论研究提供新视角。

(2)评估框架和指标体系具备实践适配性与应用价值。安吉县实证结果显示,安吉县产

业生态化核心指标评估结果符合其“两山”实践创新基地的定位,且能精准识别其产业生态化发展的短板,表明本研究构建的评估框架和指标体系具有较强的可操作性,可直接用于地方政府绿色转型考核、企业清洁生产审核等场景。

(3)研究局限与未来优化方向。本研究仅基于安吉县(宏观尺度)验证指标体系,尚未覆盖中观(园区)、微观(企业)尺度,后续需选取典型工业园区、重点企业开展多尺度实证,进一步检验指标适配性。另外,在具体应用中面临两重障碍:一是部分主观指标(如公众生态满意度)依赖调研,数据时效性易受限制,需要建立“政府统计+第三方年度调研”的数据协作机制;二是通用性指标对特色区域(如生态脆弱区、重工业基地)适配性不足,后续可按主体功能区分类设计专项模块,形成“通用+特色”指标体系,如农业主导区补充“农田面源污染治理率”,工业园区新增“工业固废资源化率”。此外,在结果运用层面,可推动评估结果与政府政绩挂钩,如将得分纳入地方政府生态文明考核、企业绿色信贷审批依据,实现“研究-实践-反馈-优化”的闭环。

5 结论

产业生态化是推动社会经济绿色转型与生态文明建设的核心路径,为落实“两山”理念、破解生态保护与经济发展协同难题,本研究以“两山”理念“生态优先、低碳转型、福祉导向”核心内涵为指引,结合经济-社会-自然复合系统特征,构建产业生态化评估框架与核心指标体系。

(1)明确了“两山”理念与产业生态化的衔接逻辑。生态环境保护是产业生态化的基础前提,需通过污染控制、生态修复守住“绿水青山”底线;绿色低碳发展是核心路径,依托能源结构优化、技术创新推动产业低碳转型;民生福祉提升是根本目标,通过生态价值转化实现

“生态红利”向民生收益的传导,三者共同构成“保护-转型-惠民”的产业生态化理论闭环。

(2)构建了“四维联动”的评估框架。研究突破以往“生态-经济”二元局限,新增“生态价值转化”维度,形成生态环境保护-绿色低碳发展-生态价值转化-民生福祉提升的四维框架,完整覆盖产业生态化从生态输入到民生输出的全链条,其中“生态价值转化”作为关键纽带,打通“绿水青山”向“金山银山”的转化通道,更加契合“两山”理念协同共赢的核心。

(3)设计了多尺度核心指标体系。围绕四大维度筛选16项核心指标,按“宏观(地方政府)-中观(产业园区)-微观(企业)”划分评估尺度:宏观尺度聚焦区域生态环境质量、绿色产业占比等指标;中观尺度侧重园区单位面积碳排放、固废利用率等指标;微观尺度突出企业单位产值能耗、绿色研发投入等指标,兼顾科学性与数据可操作性,可适配不同区域、不同产业类型评估需求。

(4)通过实证验证了指标体系适用性。以浙江安吉县为案例(宏观尺度),基于公开数据评估得出其2023年产业生态化综合得分85.1分,既验证指标体系可操作性,又识别出“绿色技术研发不足”“公众生态满意度偏低”等短板,为区域产业生态化政策优化和制定提供指引,同时建议针对特色产业补充专项指标,形成“通用+特色”指标体系,进一步提升区域适配性。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国人民政府.习近平:在全国生态环境保护大会上的讲话[N/OL].(2023-07-18).https://www.gov.cn/yaowen/2023-07-18/content_5753947.htm.
- [2] 邱跃华.产业生态化理论综述及创新展望[J].产能经济.2015(11):237-239.
- [3] 王会,姜雪梅,陈建成,等.“绿水青山”与“金山银山”关系的经济理论解析[J].中国农村经济,2017(04):2-12.
- [4] 李波,杨光明.清洁生产环境规制、供应链关系与非对称减排效应[J].财贸经济.2024,45(08):105-120.
- [5] 万诗羽,桑晶,田金平,等.工业园区清洁生产审核机制创新:内涵和路径[J].中国环境管理.2024,16(03):12-19.
- [6] 党春阁,陈晨,赵志远,等.“十三五”中国清洁生产推行进展蓝皮书[M].北京:中国环境出版集团,2022.
- [7] 张璐鑫,于宏兵,蔡梅,等.中国清洁生产[J].生态经济.2012(08):46-48+66.
- [8] 解振华.建设生态工业园区推进环保产业发展——在南海国家生态工业示范园区暨华南环保科技产业园建设规划论证会上的讲话[J].中国环保产业.2002(01):28-29.
- [9] 段宁,孙宁,魏晓琳.关于推进我国生态工业园区建设的思考和建议[J].环境保护,2022(02):10-16.
- [10] 叶华.推行循环经济,实现中国可持续发展[J].环境科学与管理,2006(01):32.
- [11] 李志刚,李斌.中国经济发展模式的必然选择——循环经济[J].生态经济.2003(5):28-31.
- [12] 王夏晖,张箫.我国新时期生态保护修复总体战略与重大任务[J].中国环境管理,2020,12(06):82-87.
- [13] 中央宣传部(国务院新闻办公室),中央党史和文献研究院,中国外文局.《习近平谈治国理政》第三卷[M].北京:外文出版社,2020.
- [14] 许秋梅,姜旭扬.产业生态化影响因素综述[J].产业创新研究,2022,2(04):54-56.
- [15] 冯琳,王少慧,李潇涵.产业生态化研究进展:内涵、评估与研究对策[J].经济研究导刊,2021(06):20-22.
- [16] 逯承鹏,刘志良,刘祎平.黄河流域产业生态化时空格局及其影响因素[J].生态学杂志,2022,41(07):1342-1350.
- [17] ODUM E P. The strategy of ecosystem development[J]. Science, 1969, 164(3877):262-270.
- [18] AYRES R U. Industrial metabolism: Theory and policy[C]// Allenby B R, Richaards D J. The greening of industrial ecosystems. Washington D C: National Academy Press, 1994. In technology and the environment[M]. Ausubel J H, Sladovich H E, Washington D C: National Academy Press, 1989:23-25.
- [19] FROSCH R A, CALLOPOULOS N E. Strategies for manufacturing[J]. Scientific American, 1989, 261(03):144-152.
- [20] TIBBS H. Industrial Ecology: An Environmental Agenda for Industry[M]. New York: Arthur D. Little, Inc, 1991.
- [21] Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). White Paper on Sustainable Development and Industrial Ecology[M]. 1995.
- [22] 虞震.我国产业生态化路径研究[D].上海:上海社会科学院,2007.
- [23] 周文宗,刘金娥,左平,等.生态产业与产业生态学[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [24] 刘则渊,代锦.产业生态化与我国经济的可持续发展道路[J].自然辩证法研究,1994(12):40-42.
- [25] 厉无畏,王慧敏.产业发展的趋势研判与理性思考[J].中国

- 工业经济,2002(04):6-9.
- [26] 袁增伟,毕军,张炳,等.传统产业生态化模式研究及应用[J].中国人口资源与环境,2004(02):108-111.
- [27] 袁增伟,毕军.生态产业共生网络形成机理及其系统解析框架[J].生态学报,2007(08):3182-3188.
- [28] 郭守前.产业生态化创新的理论与实践[J].生态经济,2002(04):34-37.
- [29] 邓伟根,陈林.产业生态化的一种经济学解释[J].经济评论,2006(06):74-79.
- [30] 黄志斌,王晓华.产业生态化的经济学分析与对策探讨[J].华东经济管理,2000(03):28-30.
- [31] 樊海林,程远.产业生态:一个企业竞争的视角[J].中国工业经济,2004(03):29-36.
- [32] 陆根尧,盛龙,唐辰华.中国产业生态化水平的静态与动态分析——基于省级数据的实证研究[J].中国工业经济,2012,30(3):147-159.
- [33] 朱红伟.产业生态化理论的演化和发展研究[J].中国地质大学学报(社会科学版),2008(05):27-32.
- [34] LOWENTHAL M D, KASTENBERG W E. Industrial ecology and energy systems: A first step[J]. Resources, Conservation and Recycling, 1998, 24(01):51-63.
- [35] ALLENBY B R. Industrial ecology gets down to earth[J]. IEEE Circuits and Devices Magazine, 1994(10):24-28.
- [36] ERKMAN S. Industrial ecology: An historical view[J]. Journal of Cleaner Production, 1997, 5(1/2):1-10.
- [37] 高思齐,郭付友.产业生态效率时空分异特征与驱动因素——以山东省限制开发区为例[J].资源开发与市场,2021(05):557-565.
- [38] 李扬杰,李敬.长江经济带产业生态化水平动态评价——基于全局主成分分析模型的测算[J].林业经济,2020,42(07):41-50.
- [39] 王薇薇.区域产业生态指标体系的构建与评价[D].南京:河海大学,2007.
- [40] 郭莉,苏敬勤.产业生态化发展的路径选择:生态工业园和区域副产品交换[J].科学学与科学技术管理,2004(08):73-77.
- [41] 沈洁,张永恒,周冰,等.黄河流域产业生态化评价及优化路径研究[J].人民黄河,2020,42(10):6-10.
- [42] 张媛媛,袁奋强,刘东皇,等.产业生态化水平的测度及其影响因素研究[J].长江流域资源与环境,2019,28(10):2331-2339.
- [43] 郭付友,佟连军,刘志刚,等.山东省产业生态化时空分异特征与影响因素——基于17地市时空面板数据[J].地理研究,2019,38(09):2226-2238.
- [44] 秦曼,刘阳,程传周,等.中国海洋产业生态化水平综合评价[J].中国人口资源与环境,2018,28(09):102-111.
- [45] 赵丹阳,佟连军,郭付友,等.基于结构调整视角的吉林省产业生态化发展[J].应用生态学报,2016,27(09):2933-2940.
- [46] BRINGEZU S, SCHUTZ H, STEGER S, et al. International comparison of resource use and its relation to economic growth[J]. Ecological Economics, 2004(51):97-124.
- [47] 李兆前.地方政府推进循环经济发展的局限性及对策研究[J].中国人口·资源与环境,2006(06):182-187.
- [48] SEPPALAA J, MELANEN M, MAENPAA L, et al. How can the eco-efficiency of a region be measured and monitored[J]. Journal of Industrial Ecology, 2005(04):117-130.
- [49] 王恩旭,武春友.基于超效率DEA模型的中国省际生态效率时空差异研究[J].管理学报,2011(03):443-450.
- [50] 张国俊,王珏晗,庄大昌.广州市产业生态化时空演变特征及驱动因素[J].地理研究,2018(06):1070-1086.
- [51] 刘曙光,王璐,尹鹏,等.中国地级以上城市产业生态化时空特征及其驱动因素研究[J].资源开发与市场,2018(11):1488-1493.
- [52] HARMUT H, SCHOER K, SEIBEL S. Eco-efficiency indicators in German Environmental Economic Accounting[J]. Statistical Journal of the United Nations ECE, 2002(019).
- [53] 何春,吕旭辉,刘荣增.黄河流域产业生态化与高质量发展耦合协调分析[J].生态经济,2024,40(08):80-88.
- [54] 袁世一,李永武,陈维国,等.产业生态化与空间集聚效应研究——来自中国31个省、自治区、直辖市的面板数据[J].管理评论,2020,32(06):72-81.
- [55] 韩政,程钰,刘娜.科技创新对中国沿海地区产业生态化的影响研究[J].湖南师范大学自然科学学报,2021,44(04):81-90.
- [56] 王晶,孔凡斌.区域产业生态化效率评价研究——以鄱阳湖生态经济区为例[J].经济地理,2012,32(12):101-107.
- [57] 陈诗一,许璐,吴海鹏.“双碳”目标下中国产业链绿色低碳转型的理论阐释与实现路径[J].广东社会科学,2024(05):63-74.

Construction of Industrial Ecological Evaluation Framework and Core Indicator System Under the Concept of “Lucid Waters and Lush Mountains Are Invaluable Assets”

LI Juanhua, HAO Haiguang*, SUN Lihui, ZHANG Zheqian, LI Yuyang

(Chinese Research Academy of Environmental Sciences, Beijing 100012, China)

Abstract: “Lucid Waters and Lush Mountains are Invaluable Assets” (hereinafter referred to as “Two Mountains”) is the core ideology of ecological civilization construction, and industrial ecologization serves as the core path to advance ecological civilization construction and promote the green transformation of development models. To address the limitations of existing industrial ecologization evaluations—such as overemphasis on a single dimension of economy or environment, and prioritizing economy over people’s well-being, this study guided by the “Two Mountains” concept and based on the dual-dimensional characteristics of industry and ecology within the economic-social-natural complex system, constructs a four-dimensional evaluation framework covering ecological environment protection, green and low-carbon development, ecological value transformation, and improvement of people’s well-being. A core indicator system is also designed, which spans three scales: macro (local governments), meso (industrial parks), and micro (enterprises). Empirical verification in Anji County, Zhejiang Province—the birthplace of the “Two Mountains” concept, shows that this system can quantify the regional level of industrial ecologization. Anji County achieved a comprehensive score of 82.14 in 2023, the system can accurately identify the shortcomings in the development of industrial ecologization. It provides a quantitative tool for local governments to make green transformation decisions and for enterprises to practice cleaner production, ultimately contributing to the coordinated development of ecology, economy, and people’s well-being.

Keywords: industrial ecologization; “Two Mountains” concept; evaluation framework; core indicator system; multi-scale evaluation; case verification

(责任编辑 安祺)