

引用格式: 周珊珊.长三角地区绿色标准化与绿色转型耦合协同关系实证研究[J].标准科学,2025(5):33-39.

ZHOU Shan-shan. Research on the Coupled Synergistic Relationship between Green Standardization and Green Transformation in Yangtze River Delta Region [J].Standard Science,2025(5):33-39.

长三角地区绿色标准化与绿色转型耦合协同关系实证研究

周珊珊

(中国计量大学 经济与管理学院)

摘要:【目的】绿色标准化作为微观主体转型升级的技术性支持要素,其在国家战略转型中的重要性逐渐凸显,由此探讨我国绿色标准化建设与绿色转型发展的协同关系及演进趋势,为国家绿色转型提供理论与实践依据。【方法】基于2018—2021年长三角地区工业与环保领域的地方标准数据,构建地区绿色转型与绿色标准建设双系统的耦合协同模型,以此测度二者耦合程度与演进趋势。【结果】二者耦合度主要分布在区间(0.5, 0.8),耦合协调度则呈“N型”波动趋势。【结论】耦合协调发展阶段经历了濒临失调(2018—2020年)—中度协调(2021年)的演变历程;长三角各省市耦合协调演进趋势呈显著异质性,政策激励、疫情冲击与标准建设时序为核心影响因素。据此,提出有关标准化人才培养、数字化体系建设与区域差异化发展的建议,以助力二者的协同发展。

关键词: 标准化; 绿色转型; 耦合协调

DOI编码: 10.3969/j.issn.1674-5698.2025.05.005

Research on the Coupled Synergistic Relationship between Green Standardization and Green Transformation in Yangtze River Delta Region

ZHOU Shan-shan

(College of Economics and Management, China Jiliang University)

Abstract: [Objective] As a technical support element for the transformation and upgrading of micro-level entities, green standardization has become increasingly important in the national strategic transformation. Therefore, this paper explores the synergistic relationship and evolution trend between China's green standards and green transformation and development, aiming to provide theoretical and practical bases for the national green transformation. [Methods] Based on the local standard data in the industrial and environmental protection fields in the Yangtze River Delta region from 2018 to 2021, a coupling and coordination model of the dual systems of regional green transformation and green standards is constructed to measure the coupling degree and evolution trend between the two. [Results] The research finds that the coupling degree between the two mainly distributes in the interval (0.5, 0.8), and the coupling coordination degree shows an “N-shaped” fluctuation trend. [Conclusion] The stage of coupling and coordinated development has experienced the evolution process from being on the verge of disorder (2018-2020) to moderate coordination (2021); The evolution trends of coupling and coordination in each province and city of the Yangtze River Delta show significant heterogeneity, and policy incentives, the impact of the epidemic, and the timing of standards work are the core influencing factors. Accordingly, suggestions on the cultivation of standardization talents, the construction of a digital system, and regional differentiated development are put forward to facilitate the coordinated development of the two.

Keywords: standardization, green transformation, coupling coordination

作者简介: 周珊珊, 硕士研究生, 研究方向为绿色转型与标准化。

0 引言

中国经济正处于由高速增长向高质量发展转变的关键阶段^[1],过去以要素投入为主体的粗放型经济增长模式不再适配我国高质量发展的目标,我国亟须转变经济增长方式以提高可持续发展能力。2018年新修订的《中华人民共和国标准化法》(以下简称《标准化法》)与2021年《国家标准化发展纲要》(以下简称《纲要》)相继出台,表明我国愈发重视标准化建设工作,并借助标准化手段促进经济社会发展全面绿色转型。《工业节能与绿色标准化行动计划(2017—2019年)》中指出,2020年前在钢铁、有色、建材、机械等工业领域制定与节能节水、资源利用、绿色制造体系建设有关的重点标准,基本建立工业节能与绿色标准体系^[2]。2023年“中国标准化大会绿色低碳标准化会议”聚焦企业数智转型、产业绿色升级过程中的标准工作推进,强调国家应落实构建“双碳”标准体系、推进节能标准升级、完善绿色标准体系与持续开展标准研制工作4个方面任务,以此确立绿色低碳标准化工作的核心地位。2024年国务院发布的《关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》明确提出构建绿色标准体系、强化区域协同治理对于完善绿色转型政策体系的重要性。在此背景下,各地区基于国家绿色转型政策开展了国家级技术专项与关键技术攻关等工作,显著提升了各地区绿色标准化建设水平,带动区域产业转型升级。因此,探讨绿色标准对区域绿色转型的作用机理及分析二者协同发展现状与趋势,对于如何更好地将绿色标准应用于区域绿色转型具有实践意义。

本研究的边际贡献在于:其一,既有文献多从产业层面讨论标准与技术创新的关系,较少将绿色标准与绿色转型视为两个独立的系统,故本文构建“绿色标准-绿色转型”耦合协调模型,以分析二者的耦合协调发展趋势。其二,针对当前标准测度指标泛化问题,本文将绿色标准范畴限定在工业与环保领域,通过手工收集的方法,对省市

标准化管理费用与标准制定来源地的数量进行整理,作为绿色标准系统的投入变量。其三,研究结论发现政策激励与标准建设时序是影响二者协调水平的核心驱动因素,为区域绿色发展政策的差异化制定提供了实证依据。

1 文献综述

当下绿色发展理念已经成为全球共识,碳达峰碳中和更是我国乃至全球的重要目标。在此背景下,各个国家、组织倡导制定绿色低碳领域的国际标准,其中涉及能效提升、能源清洁化、低碳技术、绿色金融等相关标准,并以此作为抢占绿色产业发展制高点的关键手段。

标准是实现企业节能降碳的约束手段,因其起到规范产品、服务、工艺方法,使组织避免重复动作以降低成本的作用^[3]。高新技术产业的标准化制定过程必然伴随着技术研发与产业化运用^[4],国家可借助制定绿色低碳领域标准手段帮扶产业进行转型升级,这不仅发展了绿色低碳技术,也有望依托标准直接推动经济增长,让我国迈入绿色发展强国之列。而绿色领域覆盖面广、覆盖程度深,当中涉及的传统能源、可再生能源和新能源、节能环保、循环经济等多个领域学科交叉复杂,需要政府、企业、市场等多方主体共同发力。当前国内绿色低碳领域的标准体系尚不健全,亟须政府修订完善,围绕地区绿色转型出台一系列制度与政策,强化要素支撑与保障。

早期学者们主要探讨标准在不同领域、不同维度的应用情况,以及对经济绿色转型升级的影响。侯俊军等^[5]利用道格拉斯函数研究标准数量对GDP的影响并肯定了标准化的正向作用,在此基础上分析得出标准化水平对经济的促进作用在不同维度存在异质性^[6]。自绿色发展理念被提出后,标准作为规范和约束手段对绿色发展起促进作用^[7]。除了直接推动作用,标准化可通过影响技术创新对绿色转型起间接推动作用。Swann^[8]认为技术标准化能够提高技术创新效率以助力绿色经

济转型发展。陈欢等^[9]表示标准与技术创新作为2个独立系统互相影响、高度耦合。王丽君^[10]利用向量自回归模型得出标准在技术扩散阶段帮助创新成果转换,规范技术创新发展方向,长期看标准对GDP起强劲的促进作用。

2 研究设计与数据来源

2.1 模型构建

2.1.1 SBM模型

由于地区绿色转型过程中存在污染物等非期望产出,因此本文选取包含非期望产出的SBM模型,选用Matlab软件测算地区绿色转型效果。计算公式如下:

$$\rho = \min \frac{1 - \frac{1}{q} \sum_{i=1}^q S_i^- / x_{io}}{1 + \frac{1}{u_1 + u_2} (\sum_{r=1}^{u_1} S_r^g / y_{ro}^g + \sum_{i=1}^{u_2} S_i^b / y)} \quad (1)$$

$$s, t, x_0 = X\lambda + s^-$$

$$y_0^g = Y^g\lambda - s^g$$

$$y_0^b = Y^b\lambda + s^b$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i = 1, s^- \geq 0, s^g \geq 0, s^b \geq 0 \quad (2)$$

式中: X, Y^g, Y^b 分别代表各个DMU的相应特征变量; s^-, s^g, s^b 分别代表特定变量的松弛向量, 设权重向量为 λ , 被评价单元通过下标0呈现。目标函数值 ρ 代表港口效率, 取值范围为 $[0, 1]$, 且关于 s^-, s^g, s^b 严格单调递减。若 $\rho=1$, s^-, s^g, s^b 的值取0, DMU达到最有效; 若 $0 < \rho < 1$, 非DEA有效, 应在投入和产出上做出相应改进。

2.1.2 耦合协调模型

耦合协调度模型通常用来分析2个或2个以上系统的协调发展水平, 在此用来测算绿色标准建设水平与区域绿色转型2个系统间的相互影响程度。设 U_1 为绿色转型系统综合参数, U_2 为绿色标准化综合参数; 借鉴已有的研究成果, 构建绿色转型与标准化的耦合度模型如下:

$$C_2 = 2 \left(\frac{U_1 U_2}{(U_1 + U_2)^2} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

为解决 U_1 和 U_2 取值都较低, 而两者的耦合度却很大的情况, 进一步优化模型, 构建两者的耦合协调度模型为:

$$\begin{cases} D_t = \sqrt{C_t \cdot T} \\ T = \alpha \cdot U_1 + \beta \cdot U_2 \end{cases} \quad (4)$$

式中: D_t 表示两者的耦合协调度; T 表示2个系统的协同调指数, 反映两者之间的协同贡献。一般令 $\alpha=\beta=0.5$ 表示2个子系统具有同等重要程度。耦合协调度对应的耦合协调程度如表1所示。

表1 耦合协调等级的判别标准

耦合协调程度	耦合协调度
严重失调	(0,0.2]
中度失调	(0.2,0.4]
濒临失调	(0.4,0.6]
中度协调	(0.6,0.8]
高度协调	(0.8,1]

为了探究地区绿色转型水平与绿色标准建设水平2个系统的相对发展类型, 本文参考邓宗兵等^[11]的研究方法构建相对发展模型如下:

$$\beta = U_1 / U_2 \quad (5)$$

式中: β 为相对发展度; U_1, U_2 分别为绿色转型与绿色标准的综合指数。当 $0 < \beta \leq 0.9$ 时, 地区绿色转型水平滞后于绿色标准建设水平; 当 $0.9 < \beta \leq 1.1$ 时, 地区绿色转型水平与绿色标准建设水平同步发展; 当 $\beta > 1.1$ 时, 绿色标准建设水平滞后于地区绿色转型水平。

2.2 指标构建与数据来源

2.2.1 绿色标准建设水平测度

本文参考陈欢等^[9]的研究将绿色标准系统分为投入和产出两部分, 选取长三角地区各省市绿色地方标准数据, 整理记录各绿色标准起草单位来源的省市数量, 并以此作为绿色标准建设水平系统的人力投入。财力投入选取各省市年度标准化管理费。产出方面, 用各省市每年发布的绿色地方标准数量代表各省市的标准化水平。

2.2.2 绿色转型指标测算

本文借鉴已有研究并结合数据的可得性和代

表性进行测算：人力投入选取生产部门年末就业人数；资本投入参考张军等^[12]提出的永续盘存法，选取固定资产资本存量来表示（亿元）；能源投入选取生产部门能源总消耗量（万吨）；期望产出参考黄磊等^[13]的研究，选取地区工业增加值来衡量；非期望产出变量采用各省市污染物排放情况来衡量，即工业废气（SO₂）排放量、工业废水中的化学需氧量（COD）排放量与工业固体废弃物排放量。投入产出表见表2。

表2 投入产出表

投入/产出维度	具体描述
人力投入	生产部门年末就业人数（人）
资本投入	固定资产资本存量（亿元）
能源投入	生产部门能源总消耗量（万t）
期望产出	工业增加值（亿元）
非期望产出	工业二氧化硫排放量（t）
	工业废水排放量（万t）
	固体废弃物排放量（t）

2.2.3 数据来源

继2019年国家进一步修订《国家标准制修订经费管理办法》后，标准化管理费用由省级一般公共预算收支预决算报告转而列入国家市场监督管理总局部门预算并上报财政部。为了降低标准经费负责主体更换所引起的数据误差问题，将样本年限定为2018—2021年，并选取长三角地区各省市绿色转型数据与标准化数据测算两者的耦合协调度。

各省市地方标准及其起草单位数据来源于全国标准信息公共服务平台，标准化管理费用来源于各省市市场监督管理局部门预决算报告或省级一般公共预算收支预决算报告。绿色转型相关数据来源于中经网、各省市省级年鉴、《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》与《中国环境统计年鉴》。

3 实证分析

将上述投入产出数据代入SBM模型后得到绿色标准效率值、绿色转型效率值及其增长指数。将所得到的数据归一化处理后代入耦合协调模型中，测算出2018—2021年我国地区绿色标准建设水平与地区绿色转型2个系统各指标综合参数、耦合度水平和耦合协调度。地区绿色标准与地区绿色转型子系统序参量、耦合度和耦合协调度的趋势如图1所示。

由图1可以看出，从绿色转型效率与绿色标准建设水平的耦合度来看，两者的耦合度主要分布在区间（0.5,0.8），处于“濒临失调—中度协调”的上下振荡状态，这表明2018—2021年我国长三角地区绿色转型程度与绿色标准建设水平2个系统间整体呈濒临失调状态。由于耦合度大小仅能说明不同年份我国绿色转型效率与绿色标准建设水平之间的强弱影响关系，因此需要结合绿色转型子系统和绿色标准子系统的序参量和耦合协调度值

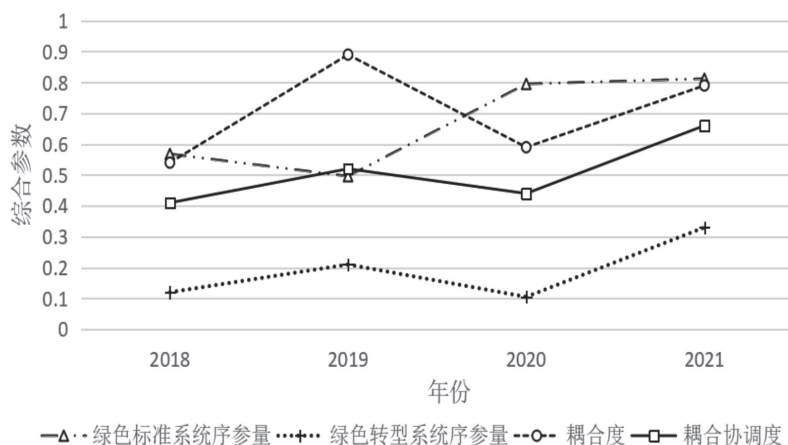


图1 长三角地区两系统耦合协同趋势

进一步分析两者的演变趋势。

其中我国长三角地区绿色标准建设水平在2018—2021年基本呈上升态势,由2018年的0.553上升到2021年的0.821。2018年后国家全面推进标准化建设,持续深化标准化工作改革,标准化在绿色转型中充当了技术性支持要素的重要作用。我国绿色转型程度呈现先减后增的趋势,由2018年的0.129上升到2021年的0.341。2018年后产业绿色转型受数字经济政策影响加快转型,中途受疫情等其他因素影响转型效率降低,因此符合我国绿色标准建设的增长速率较绿色转型的增长速率快的结论。绿色标准增长速率增加得益于2017—2018年《标准化法》的出台与修订等实施手段,在供给方面切实提升标准供给水平,增加技术、工艺等方面的标准供给。在体系制定方面也更科学完善,通过标准助推基础设施建设,联合多方主体编制多个领域标准体系建设指南,并借助数智赋能等数字化手段支撑产业转型升级,提升各领域标准水平,为企业绿色转型提供了典型路径。同年,

“中国标准2035”项目研究正式启动,明确提出需要尽快开展国际国内标准一致性的工作内容,并印发了《关于开展百城千业万企对标达标提升专项行动方案的通知》来推动对标达标专项行动。在此背景下,企业层面大量企业坚持标准自我声明公开和监督制度,产业层面各行各业尤其是重污染行业的污染物排放标准和环境质量标准进一步提高,轻工领域标准与国际标准一致性程度也由79%提高到86%。2021年《纲要》颁布实施,表明我国愈发重视标准化建设工作,并借助标准化促进经济社会发展全面绿色转型。《纲要》中强调进一步加强国家高端装备制造业标准化,实现以标准化推动和引领绿色发展的路径,为进一步的标准化工作夯实基础。我国绿色转型与绿色标准建设已进入耦合协调状态,其中长三角地区2个系统的耦合协调阶段和相对发展类型如表3所示。

由绿色转型与绿色标准建设水平的耦合协调度和相对发展度测算结果可知,我国长三角地区绿色标准建设水平与绿色转型成效的耦合协调

表3 2018—2021年长三角地区省市耦合协调阶段和相对发展类型

年份	省市	耦合协调度D	耦合协调阶段	相对发展类型
2018	安徽省	0.262	中度失调	绿色转型滞后
2019	安徽省	0.289	中度失调	绿色转型滞后
2020	安徽省	0.169	严重失调	绿色转型滞后
2021	安徽省	0.413	濒临失调	绿色转型滞后
2018	江苏省	0.694	中度协调	绿色转型滞后
2019	江苏省	0.715	中度协调	同步发展
2020	江苏省	0.592	濒临失调	绿色转型滞后
2021	江苏省	1.000	高度协调	同步发展
2018	上海市	0.107	严重失调	绿色标准滞后
2019	上海市	0.602	中度协调	绿色转型滞后
2020	上海市	0.602	中度协调	绿色转型滞后
2021	上海市	0.602	中度协调	绿色转型滞后
2018	浙江省	0.602	中度协调	绿色转型滞后
2019	浙江省	0.475	濒临失调	绿色转型滞后
2020	浙江省	0.442	濒临失调	绿色转型滞后
2021	浙江省	0.602	中度协调	绿色转型滞后

度整体处于“N型”的波动状态,耦合协调发展阶段经历了由濒临失调(2018—2020年)到中度协调(2021年)的演变历程。上述发展阶段表明长三角地区的绿色转型普遍滞后于绿色标准建设,除了江苏省绿色标准建设较好地带动地区绿色转型之外,其余地区仍须发挥政府的宏观调控作用来调动微观企业的积极性,将绿色标准更好应用于企业生产活动中,长三角地区各省市综合参量的值变化趋势如图2所示。

2018—2021年,长三角地区相对发展类型主要分布类型为绿色转型水平相对滞后于绿色标准建设水平,主要是由于综合参数高低受不同地区绿色转型水平差异的影响。

安徽省发展类型一直处于绿色转型发展相对滞后于绿色标准发展的状态,耦合协调阶段经历了“中度失调(2018—2019年)—严重失调(2020年)—濒临失调(2021年)”协调度先降后增的过程。其中绿色转型效率在2019—2020年波动较为明显,主要得益于数字经济政策的推动,为各地区产业转型升级提供驱动力,加大各地区绿色转型力度。

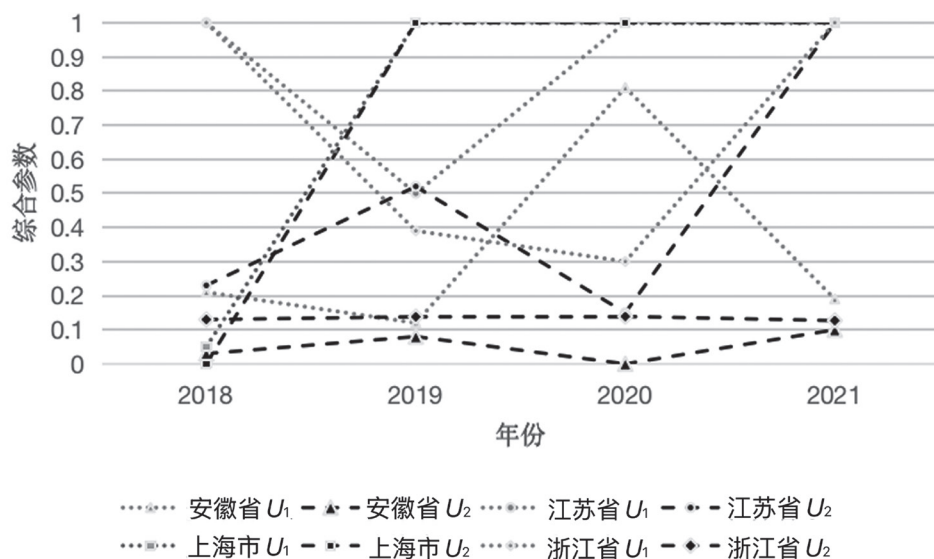


图2 长三角地区各省市综合参量变化图

江苏省发展类型一直处于“绿色转型发展相对滞后于绿色标准”与“两系统同步发展”的动态过程中，耦合协调阶段经历了“中度协调（2018—2019年）—濒临失调（2020年）—高度协调（2021年）”协调度先降后增的过程。在2019年数字经济政策的激励作用与2020年疫情的抑制作用等双重作用下，江苏省绿色转型效率呈上下振荡趋势，而绿色标准呈上下波动的“N型”曲线趋势。

上海市发展类型处于绿色标准相对滞后向绿色转型发展相对滞后的状态，耦合协调阶段经历了“严重失调（2018年）—中度协调（2019—2021年）”协调度逐年增加的过程。这4年上海绿色标准建设水平远低于绿色转型程度，主要是因为上海市在《标准化法》出台后才着手制定地方标准法规，参与标准化工作的年限少，导致绿色标准的发展程度不理想。

浙江省发展类型一直处于绿色转型发展相对滞后于绿色标准发展的状态，耦合协调阶段经历了“中度协调（2018年）—濒临失调（2019年—2020年）—中度协调（2021年）”协调度先降后增的过程。绿色转型效率在2020年低谷的原因主要是疫情引起的各制造企业停工导致的产值下降，

或是各企业经营收入降低引起的数字化转型或技术创新力度的降低，阻碍了企业进一步绿色转型。

虽然初始阶段绿色转型与绿色标准建设水平的耦合度较高，但绿色标准系统综合序参量或绿色转型系统综合序参量的低下导致系统耦合协调度大幅降低，这表明耦合协调度受耦合程度与子系统综合发展水平的双重影响。由于面板数据中上海市、江苏省绿色转型水平较安徽省、浙江省高，计算所得绿色转型综合参数偏低。由此可知，综合参数也受地区水平差异影响，长三角地区绿色标准发展较协调，而绿色转型水平相对而言不协调，需进一步完善安徽省、浙江省内企业转型、产业转型升级的政策措施，以促进长三角地区绿色转型系统内及绿色标准与绿色转型两系统间的协调发展。随着2个系统发展水平逐渐提升，二者耦合协调度不断增大。在此过程中，绿色转型与绿色标准建设系统发展速度存在差异，耦合协调度值也随之下降。基于此，为让工业行业更好践行绿色发展理念，协调好工业行业内绿色标准与绿色转型发展，让绿色标准助力工业行业转型就显得尤为重要。

为达成这一目标，在标准制定与人才建设方

面,推动包含绿色转型专家与环境、工业等领域标准化专家的团队建设,鼓励和支持高水平人才参与制定国家标准、行业标准与地方标准等。标准制定应结合当下数字发展特征,以数字技术驱动绿色标准体系的建立与完善,并建立“研发成果标准化—标准应用于生产”的逻辑链条,实现科技成果向技术管理标准的转化。在数字化建设方面,应完善长三角地区数字化建设体系。长三角工业行业数字化发展较为成熟,其中江苏省与上海市数字基建完备,但安徽省数字基建有待加强,亟须加大数字化人才培养和提升地区工业企业数字素养,以缩小区域间数字鸿沟。在区域差异化发展方面,对于超前发展地区,应充分发挥数字化优势,以数字化转型驱动工业领域绿色生产技术普及应用;对于协调同步发展地区,应持续推动设施、技术向数字化与绿色化转型发展,培育现代化工业数字经济产业链,促进区域工业产业数字化与绿色化协同发展;对于滞后发展地区,应加强数字化基建,推进工业大数据、物联网及人工智能决策优化整合,以数字化赋能农工业现代化发展。

4 结论

标准在全球治理体系和经贸合作发展中扮演越来越重要的角色,标准化战略已成为引领产业发展的关键性核心要素。本文基于2018—2021年长三角地区省市地方标准及其起草单位标准化管理费用等数据,检验标准化水平与绿色转型的耦合协调度,得到以下主要结论:

(1)我国绿色转型与绿色标准建设系统耦合度主要分布在区间(0.5,0.8),表明2018—2021年我国长三角地区整体呈濒临失调状态。

(2)我国长三角地区绿色转型与绿色标准建设水平的耦合协调度呈“N型”趋势,耦合协调发展阶段经历了“濒临失调(2018—2020年)—中度协调(2021年)”的演变历程。具体而言,我国绿色转型与绿色标准2个系统的耦合协调度大致呈上升趋势;耦合协调发展阶段也由濒临失调演变为中度协调发展;整体发展类型一直为绿色转型相对滞后于绿色标准发展水平。

参考文献

- [1] 杨艳,刘子菁.空气污染对劳动供给与人力资本效能发挥的影响及路径[J].中国人口·资源与环境,2021,31(11):68-77.
- [2] 王旭明,张庆环.我国工业节能与绿色标准化工作概述及分析[J].应用能源技术,2022(3):29-31.
- [3] 张艳,杨芳,刘玉超,等.技术标准制定与实施中的专利情报分析研究:以5G标准为例[J].情报理论与实践,2021,44(5):127-132.
- [4] 李晓娣,张小燕,侯建.高科技企业技术标准化驱动创新绩效机理:创新生态系统网络特性视角[J].管理评论,2020,32(5):96-108.
- [5] 侯俊军,曹银丹.技术标准对经济增长的贡献是一致的吗:基于省际层面的实证分析[J].贵州财经大学学报,2019(1):47-54.
- [6] 曹银丹.技术标准化影响经济增长区域效应差异研究[D].长沙:湖南大学,2016.
- [7] 田世宏.田世宏:实施标准化战略 践行新发展理念[J].中国标准化,2016(14):72-73.
- [8] SWANN P. The economics of standardization:final report for standards and technical regulations directorate department of trade and industry [R]. Manchester Business School,2000:24-28.
- [9] 陈欢,汤易兵.技术创新与标准化耦合协同关系实证研究[J].科技管理研究,2020(15):157-162.
- [10] 王丽君.标准化、技术创新与宏观经济增长:基于VAR的实证分析[J].科技管理研究,2020,40(11):104-112.
- [11] 邓宗兵,宗树伟,苏聪文,等.长江经济带生态文明建设与新型城镇化耦合协调发展及动力因素研究[J].经济地理,2019,39(10):78-86.
- [12] 张军,吴桂英,张吉鹏.中国省际物质资本存量估算:1952—2000[J].经济研究,2004(10):35-44.
- [13] 黄磊,吴传清.环境规制对长江经济带城市工业绿色发展效率的影响研究[J].长江流域资源与环境,2020,29(5):1075-1085.