

“双碳”目标下制造业绿色低碳转型效率评价 ——以杭州市临安区为例

○浙江农林大学经济管理学院 徐子豪 黄锋

摘要：面对粗放型发展模式与自然环境保护之间的矛盾，制造业绿色低碳转型成为破解工业发展高投入、高消耗、高污染难题的重要路径。为探究区(县)制造业绿色低碳转型效率，完善区(县)制造业绿色低碳转型评价体系及路径，以杭州市临安区制造业为研究对象，根据 DPSR 模型，从转型动力(D)、转型压力(P)、转型状态(S)和转型响应(R) 4 个维度构建制造业绿色低碳转型效率评价体系，并开展针对性的评价分析。结果表明：临安区制造业绿色低碳转型效果显著、转型动力稳步提升、转型压力持续下降、转型状态向好发展、转型响应逐步优化，但传统产业局限性的以及资金、技术的双重匮乏也对转型进程形成了明显制约。通过加强绿色技术创新能力、加快传统产业转型、改善能源结构、强化绿色发展意识、优化政府引导监督等对策，为我国区(县)制造业的绿色低碳转型及发展路径提供了参考依据。

关键词：“双碳”目标；制造业；绿色低碳转型；效率评价；DPSR 模型

中图分类号：F424；X322

一、引言

绿色低碳转型是政府实现“双碳”目标、推动制造业转型升级的重要举措，涵盖生产结构调整、资源集约管理、降碳技术创新等多个方面，对我国制造业的可持续发展具有重要意义^[1]。从国家层面看，制造业是国民经济的主体，也是我国经济稳定发展的基石；从区域层面看，制造业是支撑诸多县级城市发展的支柱产业，发挥着重要的引擎功能。在“效益优先”的发展思路下，各地制造业的快速发展伴随高消耗、高污染、高排放的负面效应；资源利用效率低和能源结构转型滞后也制约各地区制造业高质量发展。为协调社会经济发展与生态环境保护之间的关系，推动区域制造业可持续发展，绿色低碳转型成为制造业转型升级和高质量发展的重要路径。因此，科学评价制造业绿色低碳转型效果，探索区(县)在有限资源条件下的低碳转型路径具有重要的实践意义。

杭州市临安区作为由传统制造业向绿色低碳产业转型的先行区，积极打造制造业“5+3”产业

转型格局，即高端装备、集成电路、生物医药、新能源和新材料等 5 大战略性新兴产业，电线电缆、复合装饰材料和光电等 3 大传统特色产业。5 大战略性新兴产业在引入阶段便设定碳排放标准“门槛”，直接推动区域制造业绿色低碳转型进程，而临安区制造业绿色低碳转型的关键聚焦于 3 大传统特色产业。因此，本研究选取杭州市临安区制造业作为研究样本，通过系统分析区(县)级城市传统制造业绿色低碳转型效果及优化路径，为我国“传统+新兴”产业格局下区域制造业绿色低碳转型提供战略支撑。

二、文献综述

通过对相关研究成果的梳理，发现学界对制造业绿色低碳转型的研究主要围绕内涵、动因、问题、路径及效率评价等。成青青^[2]认为，制造业绿色低碳转型是从“高投入、高消耗、高污染”向“低投入、低消耗、高产出”的发展模式转变；石庆芳^[3]和陈诗一等^[4]研究认为，制造业绿色低碳转型与国家高质量发展战略、全球多极竞争、

第一作者简介：徐子豪(2002—)，浙江农林大学经济管理学院，硕士研究生。研究方向：财务管理。

通信作者：黄锋(1990—)，浙江农林大学经济管理学院，博士，讲师。研究方向：企业创新与高质量发展。

科技领域发展、产业安全保障紧密相关；宋爱峰等^[5]认为，制造业绿色低碳转型面临着创新能力弱、转型成本高、产业结构不平衡等现实困境。

绿色低碳转型的影响因素：绿色低碳转型，应根据地方特色与定位扶持优势产业进行转型，在转型过程中，需要注意数字技术的创新和应用，强化环境规制的促进作用，同时加强区域间节能减排与技术交流的协同性^[6-8]；绿色低碳转型需依托区域创新主体间的合作，带动绿色技术创新能力提升^[9]；在绿色低碳转型过程中，应积极推进碳交易市场建设，从体制机制层面引导制造企业重视绿色低碳转型，加大制造业企业绿色创新补贴力度，探索碳税机制创新，推动碳交易市场与碳金融市场协同发展^[10-11]。

绿色低碳转型效率：孙丽文等^[12]引入 DPSIR 模型对河北省工业绿色转型进行评价，认为工业绿色转型的影响因素包含驱动力、压力、状态、影响及响应等 5 个维度，综合体现环境、经济与社会因素之间的相互制约与关联关系；李东升等^[13]采用 DPSR 模型分析了驱动力、压力和状态因素的联合作用对重污染企业环境响应行为的综合影响；于学成等^[14]构建 DPSR 模型与评价指标体系，从城市层面分析佛山市绿色转型效率及主要影响因素。

现有研究多从省域或全国视角分析制造业绿色低碳转型问题，缺乏针对县域层面的系统性研究。本研究以杭州市临安区制造业为研究对象，应用 DPSR 模型，从转型动力、转型压力、转型状态、转型响应 4 个方面构建评价指标体系，对临安区制造业绿色低碳转型效率进行系统性评价与分析，探索县域制造业转型过程存在的突出问题并提出相应对策建议。

三、研究方法

(一)数据来源及处理

为保障数据的真实性和完整性，以 2015—2024 年临安区制造业企业公开数据为数据源，通过对临安区生态环境局、统计局及科技局进行实地访谈及数据收集，剔除部分指标数据残缺的制造业企业样本。最终选取 2015—2024 年的 6 537 组制造业企业公开数据，累计获得 117 666 条有效统计数据。

为消除指标量纲差异对评价结果的影响，对原始指标数据进行归一化处理。构建原始数据矩

阵 $X = (x_{ij})_{m \times n}$ 和标准化数据矩阵 $X' = (x'_{ij})_{m \times n}$ ；式中， x_{ij} 为第 i 年第 j 项指标的原始值、 x'_{ij} 为标准化处理后的指标值、 m 为指评价年份、 n 为指标数量。

正向指标标准化：正向指标值越大，代表绿色低碳转型水平越高，计算公式为

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_{1 \leq i \leq m} (x_{ij})}{\max_{1 \leq i \leq m} (x_{ij}) - \min_{1 \leq i \leq m} (x_{ij})} \quad (1)$$

负向指标标准化：负向指标值越大，表示绿色低碳转型水平越低，计算公式为

$$x'_{ij} = \frac{\max_{1 \leq i \leq m} (x_{ij}) - x_{ij}}{\max_{1 \leq i \leq m} (x_{ij}) - \min_{1 \leq i \leq m} (x_{ij})} \quad (2)$$

(二)制造业绿色低碳转型效率评价模型的构建

为保障制造业绿色低碳转型效率评价模型的专业性和科学性，本研究以欧洲环境署 1993 年提出的 DPSIR 概念模型为理论依据。在 DPSIR 模型中，系统驱动力(D)引发压力(P)，压力推动系统状态(S)发生改变，状态的变化对系统产生影响(I)，进而促使主体作出直接或间接响应(R)。该模型既能覆盖产业在社会、经济和环境等方面的关键要素，又能描述系统间复杂的因果关系，已被广泛应用于各类产业或城市的绿色转型评价研究。为突出区域性制造业绿色低碳转型效率的评价核心，选取转型动力(D)、转型压力(P)、转型状态(S)和转型响应(R) 4 个核心要素，构建临安区制造业绿色低碳转型评价模型(DPSR)(见图 1)。

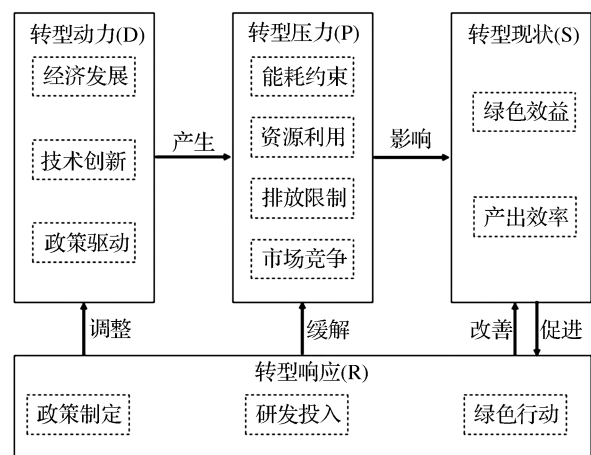


图 1 制造业绿色低碳转型效率评价 DPSR 理论模型

(1)转型动力。制造业企业绿色低碳转型的驱动因素包括地区经济发展水平、企业技术创新

能力以及政府的政策推动。①经济发展是制造业绿色低碳转型的内在动力，制造业的经营情况和发展规模在一定程度上决定了企业面临环境压力的强度。②技术创新对于绿色低碳转型的驱动作用体现在两方面：一是通过技术进步提高能效、减少污染排放；二是通过技术替代优化能源结构和产业结构，推动制造业绿色低碳转型。③政策驱动是制造业绿色低碳转型的制度保障，政府通过出台系列环境保护与绿色发展政策，激励制造业进行绿色低碳转型。

(2)转型压力。在转型动力的推进下，制造业面临的绿色低碳转型压力主要包括：降本增效目标下的能源消耗约束、资源利用效率约束、环保层面的污染排放限制以及市场层面基于绿色低碳需求的竞争压力。①能源消耗是实现绿色低碳转型的硬约束，要求制造企业推广使用清洁能源，降低能耗水平与碳排放强度；②资源利用效率是绿色低碳转型的重要优化内容，也是降低能耗的有效途径；③排放限制是“双碳”目标的直接约束，也是制造业绿色低碳转型的核心压力；④随着全社会绿色低碳意识的提升，产业链上下游合作方的绿色要求与市场终端消费者的低碳偏好，形成了迫使制造业企业开展绿色低碳转型的市场压力。

(3)转型状态。转型状态是转型系统的动态表现，反映当前制造业所处的转型发展阶段，是转型动力和转型压力共同作用的结果，主要体现为制造业绿色低碳转型的绿色效益和产出效率。制造业绿色低碳转型状态可从转型质量和转型效益两个维度衡量。转型质量通过劳动生产率、单位能耗产出等产出效率指标量化测度；转型效益通过工业增加值规模、成本费用利润率等指标体现，通过转型质量和效益综合反映产业转型的最终成果。

(4)转型响应。转型响应是临安区政府和制造业企业两大关键主体在转型动力、压力与状态的综合作用下采取的应对措施，主要包括政府的政策制定情况、企业绿色技术研发投入情况以及地方政府和企业协同开展的绿色低碳转型行动（如提高工业污染物去除率、改善环境质量等）。

制造业绿色低碳转型的动力和压力直接影响区域制造业的转型状态，而转型状态进一步激励企业创新行为和影响企业创新活动；转型响应能够有效减少废弃物排放、提升资源综合利用水平、

改善区域制造业转型状态、推动制造业向绿色低碳方向发展。

(三) 指标体系的建立及权重

基于 DPSIR 模型，从转型动力、转型压力、转型状态和转型响应 4 个维度选取评价指标，构建临安区制造业绿色低碳转型效率评价指标体系。

转型动力指标：选取制造业增加值（工业增加值）、制造业企业盈利能力（净资产收益率）、等价能耗、规模以上制造业企业研发经费占营业收入的比例、人均发明专利数和技术改造费用支出等 6 项指标，综合反映经济发展、技术创新和政策驱动对转型的推动作用。

转型压力指标：选取工业 CO₂ 排放量、单位工业增加值能耗两项指标，反映制造业生产活动对资源环境保护产生的压力。

转型状态指标：选取工业生产总产值、工业劳动生产率、工业成本费用利润率、主营业务收入利润率、规上工业企业亏损面、新产品开发投入产出比例等 6 项指标，反映临安区制造业的发展现状与转型效率。

转型响应指标：选取工业固体废物产生量、工业固体废物综合利用量、专利申请数量、环境空气质量优良率等 4 项指标，反映临安区制造业在环境保护压力下的生态响应与转型行动。

本研究构建的评价指标体系包含 4 个一级指标和 18 个二级指标（见表 1）。

表 1 临安区制造业绿色低碳转型效率评价指标体系

一级指标	二级指标	指标属性	数据来源
转型动力	制造业增加值(工业增加值)	正	临安区统计局
	制造业企业盈利能力(净资产收益率)	正	临安区统计局
	等价能耗	负	临安区统计局
	规模以上工业制造业企业研发经费占营业收入比重	正	临安区统计局
	人均发明专利数	正	临安区统计局
	技术改造费用支出	正	临安区统计局
转型压力	工业 CO ₂ 排放量	负	临安区生态环境局
	单位工业增加值能耗	负	临安区统计局

续表 1

一级指标	二级指标	指标属性	数据来源
转型状态	工业生产总产值	正	临安区统计局
	工业劳动生产率	正	临安区统计局
	工业成本费用利润率	正	临安区统计局
	主营业务收入利润率	正	临安区统计局
	规上工业企业亏损面	负	临安区统计局
	新产品开发投入产出比	正	临安区统计局
转型响应	工业固体废物产生量	负	临安区生态环境局
	工业固体废物综合利用量	正	临安区生态环境局
	专利申请数量	正	临安区统计局
	环境空气质量优良率	正	临安区生态环境局

借鉴于学成等^[14]的研究方法，采用熵值法确定各指标的权重，该方法能有效减少主观因素影响，提升评价结果的客观性。熵值法的信息熵越小(指标的系统结构越不均衡，指标间的差异性越大)，在评价体系中的权重越高，反之，则权重越低。具体步骤如下：

第一步，计算第*i*年第*j*项指标的比重(Y_{ij})，

$$Y_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{i=1}^m x'_{ij}}; \quad (3)$$

第二步，计算第*j*项指标熵值(e_j)，

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m Y_{ij} \ln Y_{ij}; \quad (4)$$

第三步，计算第*j*项指标的变异系数(Y_j)，

$$Y_j = 1 - e_j; \quad (5)$$

第四步，计算第*j*项指标的权重值(W_j)：

$$W_j = \frac{Y_j}{\sum_{j=1}^n Y_j}。 \quad (6)$$

通过政府统计调查系统及入企调查，收集临安区制造业企业相关数据，并通过 Stata 软件分析测算 2015—2024 年临安区制造业绿色低碳转型水平。构建制造业绿色低碳转型综合指数(G_{1_n})，综合反映制造业绿色低碳转型整体水平，计算公式为：

$$G_{1_n} = \sum_{j=1}^n (D_j \times W_j) \quad (7)$$

式中： G_{1_n} 为制造业绿色低碳转型综合指数， D_j 为第*j*项指标的标准化得分， W_j 为第*j*项指标的

权重， n 为指标总数。

经熵值法计算，得到临安区制造业绿色低碳转型效率评价指标体系各指标权重(见表 2)。

表 2 临安区制造业绿色低碳转型效率评价指标权重

一级指标	权重/%	二级指标	权重/%
转型动力	30.72	制造业增加值(工业增加值)	4.35
		制造业企业盈利能力(净资产收益率)	3.49
		等价能耗	3.96
		规上工业制造业企业研发经费占营业收入比重	5.71
		人均发明专利数(件/人)	5.30
		技术改造费用支出	7.91
转型压力	6.33	工业 CO ₂ 排放量	4.39
		单位工业增加值能耗	1.94
转型状态	43.63	工业生产总产值	5.66
		工业劳动生产率	16.07
		工业成本费用利润率	4.46
		主营业务收入利润率	4.31
		规上工业企业亏损面	5.32
		新产品开发投入产出比	7.80
转型响应	19.32	工业固体废物产生量	3.02
		工业固体废物综合利用量	4.06
		专利申请数	7.35
		环境空气质量优良率	4.88

四、临安制造业绿色低碳转型效率评价

对原始数据进行归一化处理，由公式计算 2015—2024 年各一级指标标准化得分，然后根据一级指标得分，结合指标权重测算得到绿色低碳转型综合指数，系统分析临安区制造业绿色低碳转型的发展特征。

(一)转型动力

由图 2 可知，2015 年临安区转型动力值仅为 0.0018，绿色低碳转型的驱动能力较弱。随着“双碳”理念的深入贯彻与临安区政府对制造业绿色转型重视程度的持续提升，转型动力持续增强，2024 年达到 0.0120，较 2015 年增幅超 6 倍，表明 2015—2024 年形成了支撑制造业绿色低碳转型

的强劲动力。临安区制造业低碳转型的内在驱动力不断强化主要表现为：一方面，企业技术创新水平不断提高，通过可再生能源(光伏)的应用实现能耗降低目标；另一方面，政府出台的系列绿

色发展政策，有效激励了制造业绿色转型理念的落实和推广。总之，临安区制造业在转型动力层面上实现了较大突破，发展态势趋于稳定，为绿色低碳转型奠定了坚实的动力基础。

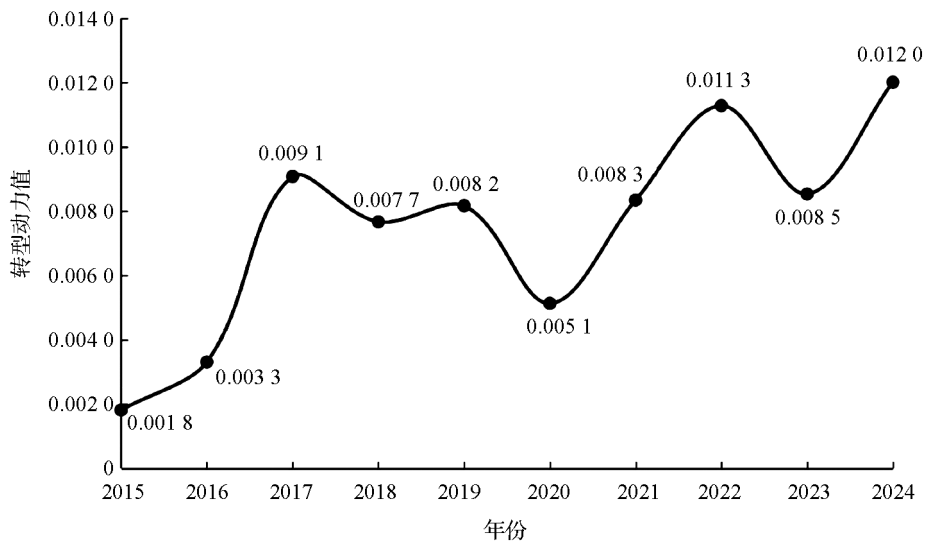


图2 2015—2024年临安区制造业绿色低碳转型动力变化趋势曲线

(二) 转型压力

由图3可知，2015—2024年临安区制造业绿色低碳转型压力整体呈持续下降趋势，仅2019年小幅回升至0.0018，其余年份均呈现下降趋势，转型压力指标值从2015年的0.0030下降到2024年的0.0005，降幅显著，表明临安区制造业绿色

低碳转型的资源环境压力得到有效缓解。但是随着资源不断消耗，污染物大量排放，传统制造业发展模式依旧对生态环境构成了极大威胁。如何在保障经济高质量发展的前提下，进一步降低能源消耗、减少碳排放，缓解资源环境压力，是临安区制造业绿色低碳转型的重点方向。

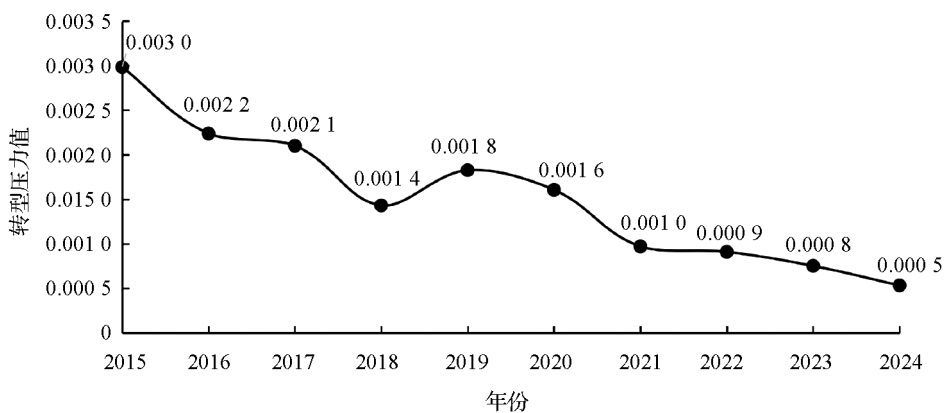


图3 2015—2024年临安区制造业绿色低碳转型压力变化趋势曲线

(三) 转型状态

由图4可知，转型状态指标呈现明显的上升趋势，从2015年的0.0048逐渐提升至2024年的

0.0142，增长了近3倍，展现出临安制造业近些年在绿色低碳化转型中的良好发展态势，尤其是以单位能耗为代表的绿色低碳工业产值及劳动生

产率实现了稳定提升。总体上，临安区制造业在现有产业布局下，大量制造业企业充分认识到绿色低碳转型的迫切需求，以绿色发展、低碳排放为发展理念，聚焦降本增效取得了较好成效，实

现了企业经营绿色绩效的初步成果。因此，临安区制造业转型状态指标的提升，已为实现“双碳”目标作好了充分准备。

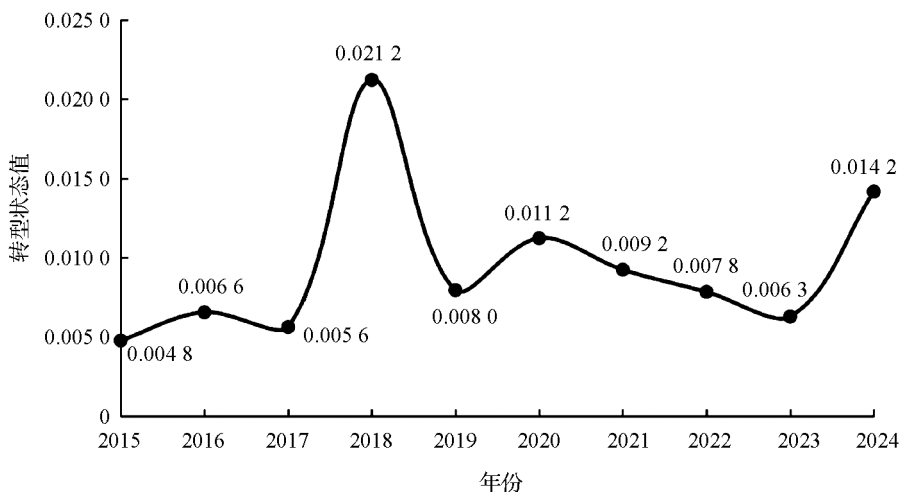


图4 2015—2024年临安区制造业绿色低碳转型状态变化趋势曲线

(四) 转型响应

由图5可知，转型响应指标在2021年之前的7年中保持相对稳定，波动幅度不大，但依然有明显的上升趋势；转型响应指标值从2015年的0.0017提升至2024年的0.0080，表明临安制造业在实现稳定高质量发展过程中兼顾绿色发展目标，有效保障区域环境质量；转型响应指标在2021年之后出现小幅下降趋势，表明临安制造业在转型响应方面有所欠缺。虽然绿色低碳转型进

程比较顺利，但碳排放及部分污染物排放依然处于较高水平，转型依然挑战巨大。由于环境保护和低碳减排的末端治理体系尚不够健全，传统制造业的转型路径仍需聚力创新和探索；部分小型制造业企业治理技术与设施落后，无法进一步降低污染物排放量和碳排放量。因此，需要政府加强对制造业绿色低碳转型的支持力度，提升制造业整体绿色创新能力，进一步完善转型响应的治理措施。

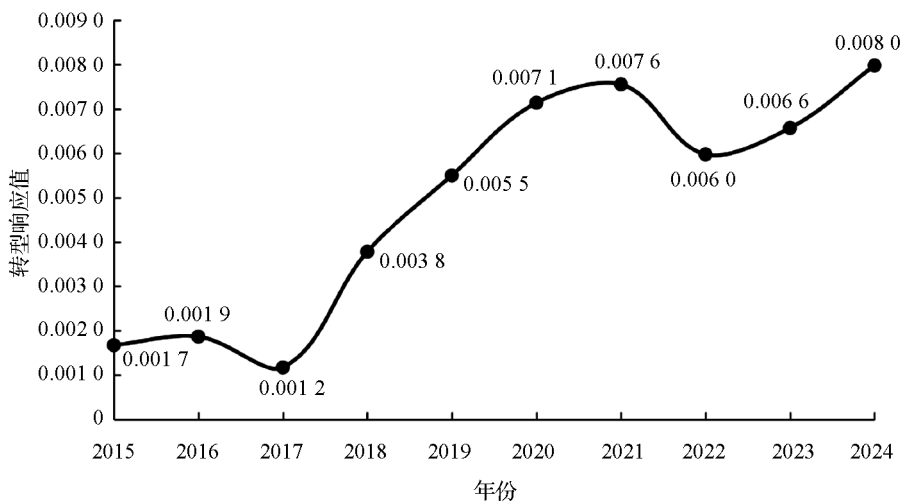


图5 2015—2024年临安区制造业绿色低碳转型响应变化曲线

(五)综合指数

综上所述,临安区制造业在绿色低碳转型过程中呈现以下突出特点:

一是转型动力在增长中趋于稳定。随着“双碳”目标的提出,临安区制造业的绿色低碳化发展动力总体呈增长趋势,尤其是2015—2017年和2020—2022年转型动力十分明显;随后在一系列转型政策和举措推动下,整体趋于稳定状态,表明全区制造业在推进工业高质量发展、探索绿色低碳转型中已进入良好状态。

二是转型压力不断下降并逐渐趋于平稳。临安区制造业在绿色低碳中所面临的转型压力总体不高,说明全区制造业的绿色低碳转型已突破了“开头难”的攻关期,开始进入“爬坡过坎”的艰难推进期,需要在持续应对转型压力的过程中不断创新转型路径与具体举措,将压力转化为新阶段的转型动力。

三是转型状态小幅波动中稳步提升。临安区制造业的绿色低碳转型状态自2017年低谷后逐步

回升,形成稳定波动的增长趋势,说明全区制造业转型总体成效较好,基本适应了所面临的转型压力,且具备了转型所需要的动力支撑。

四是转型响应在小幅波动下稳步提升。转型响应是对政府与企业主体在转型过程中的行动速度与结果的直接反馈。2015—2021年转型响应整体处于高位平稳状态,2021年后出现小幅下降,说明政府和企业两大核心主体在应对转型压力、增强转型动力和优化转型状态等方面具有一定的滞后性;制造业绿色低碳转型进入亟需创新转型路径、探索转型模式和优化转型举措的新挑战期与瓶颈期;而近2年转型响应指标的回升,说明政府和企业针对转型响应短板的弥补措施取得了一定成效。

根据临安区一级指标的归一化处理结果和二级指标的相应权重,将一级指标归一化的值乘以对应权重,测算得到临安区绿色低碳转型综合指数,作为衡量临安区制造业2015—2024年绿色低碳转型的综合发展指数(见图6)。

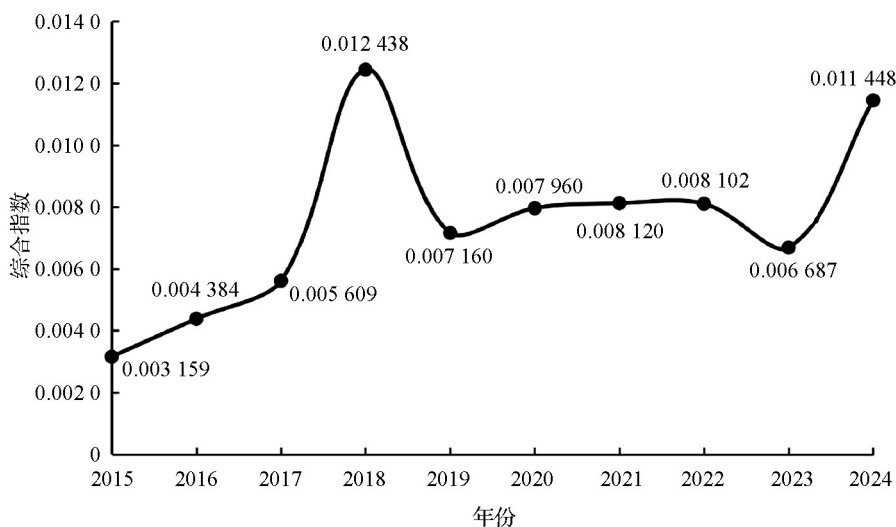


图6 2015—2024年临安区制造业绿色低碳转型综合指数变化曲线

由图6可知,临安制造业近年来的绿色低碳转型水平整体呈上升趋势,绿色低碳转型综合指数从2015年的0.0032上升到2024年的0.0114,增长了3.56倍,其中2017—2018年转型指数上升趋势尤为明显,表明临安区制造业在绿色低碳转型过程中已取得显著成效。①在近几年的经济高质量发展过程中,临安区不断调整其能源结构,电力、天然气等清洁能源的使用比例不断提升,能源消费结构显著优化;本地可再生能源和新能源开发建设取得实质性进展,光伏项目和储能项

目的大力推行,极大助推了工业整体绿色低碳化发展,助力全区制造业绿色低碳转型进程。②在临安区政府大力引导下,制造业在绿色转型中不断激发潜能,以绿色工厂、绿色工业园区、绿色供应链管理和绿色产品为基础,基本建成绿色制造体系。③临安区2023年以高于全省50%的能耗限额标准,通过技改提升、入园集聚、淘汰落后产能等途径,对制造业高能耗和高污染企业全面开展整治取得了良好的效果,实现了绿色转型与高质量发展的协同推进。

五、结论与建议

以传统产业低碳转型、新兴产业培大育强和生态产业价值转化等为主线，临安区制造业探索出了绿色低碳引领产业高质量发展的特色路径。该区域制造业绿色低碳转型取得显著成效，能耗、排放等约束指标，以及绿色增加值、生产率等激励性效益指标均表现良好，绿色化、低碳化的发展效果突出。印证了在全国绿色转型的大背景下，各区域可结合自身实际借鉴相关经验，因地制宜推进绿色发展与绿色低碳转型。从纵向对比分析看，临安区制造业在绿色低碳转型中仍然面临诸多阻力与挑战，主要源于区域内传统产业发展的局限性以及资金和技术的双重匮乏。本研究构建的绿色低碳转型效率评价指标体系中，新产品开发投入产出比、技术改造费用支出和专利申请数量等3大指标权重分别达7.80%、7.91%和7.35%，均表明制造业的创新能力和创新成果转化对绿色低碳转型成效的贡献。然而区域转型响应效率在近2年仍处于较低水平，政府对制造业绿色创新的政策支持力度尚显不足。具体表现为，区内电线电缆、复合装饰材料和光电等3大传统产业转型升级步伐偏慢，研发经费占营业收入比重偏低，绿色低碳转型的资金投入仍受到较大制约，也是未来临安区制造业绿色低碳转型关注的问题。从全区角度看，工业烟(粉)尘排放总量、工业废水排放量、工业SO₂排放量，以及工业废水处理率、工业SO₂去除率、工业烟(粉)尘去除率等核心绿色低碳指标的统计体系尚未完善，不仅直接影响区域制造业绿色低碳转型效率的科学评价，也不利于企业内部绿色发展意识的培育和区域绿色低碳转型的整体推进。受资金紧张和创新资源匮乏影响，临安区制造业企业绿色低碳转型创新能力较弱，技术创新多集中于设备更新改造，产品创新则以环保材料研发为主，创新的深度和广度有待进一步拓展。

根据临安区制造业绿色低碳转型的实践，区域制造业在推进绿色低碳转型仍面临诸多潜在的结构性和技术性难题。为助力临安区制造业更快速度过绿色低碳转型的艰难推进期，提出以下建议：

一是强化制造业绿色技术创新能力，鼓励企业加大研发投入，开展全方位自主创新。各区域应立足本地制造业产业结构及产业定位，聚焦储能、新能源应用等绿色低碳循环发展核心技术，

加大共性技术研发力度；鼓励企业积极申报国家(省、区、市)“双碳”领域的重点研发项目与研发机构，开展碳达峰、碳中和的核心技术攻关，在技术创新项目申报中对绿色低碳项目实行单列管理。

二是加快传统产业转型升级步伐，优化能源结构，大力开发新能源和低碳技术。推动企业从高投入、高产出、高耗能、高污染的传统生产模式，向低碳、节能、高效、高附加值的现代化生产模式转变；地方政府应推动数字化、智能化技术的普及应用，对制造业的生产制造、能源管理、物流配送等关键环节进行全方位、深层次的改造升级与创新优化，实现生产流程及生产设备管理的智能管控、能源消耗的精准分析和资源配置的优化调度，最终达到降本增效、降低能耗的目标。

三是深化绿色发展意识，将绿色低碳理念全方位、深层次地融入制造业整体战略。开展绿色低碳宣传教育活动并组织专题培训，解读最新的绿色低碳政策法规，分享先进技术与实践案例；充分利用内部刊物、宣传栏、电子屏等渠道传播绿色低碳知识，营造浓厚的绿色企业文化氛围，提升企业全员绿色低碳意识。

四是优化政府对绿色低碳转型的引导与监督，充分发挥政策支持和环境规制的双重作用。^①地方政府应出台符合当地制造业绿色发展实际的财政税收优惠、绿色金融服务和绿色采购等政策，激励中小企业开展绿色技术创新，引导社会资本参与地方绿色低碳转型；各地应依托自身资源、地理条件和产业基础等比较优势，因地制宜地制定制造业低碳转型发展策略，弥补低碳转型短板，实现高质量的“精明增长”；^②充分发挥碳排放权交易市场和碳税制度的调控作用，从政策和市场层面推动制造业降碳减排，同步建立绿色低碳转型监管机制，形成环境规制合力，促进制造业加快绿色低碳转型进程。

参考文献：

- [1] 高祥红, 蔡露露. 区域创新、产业结构调整与碳排放效率: 以广东省为例[J]. 生产力研究, 2025(2): 51-57.
- [2] 成青青. 制造业绿色低碳转型的内涵、机理与路径研究: 基于南通市数据样本分析视角[J]. 河北青年管理干部学院学报, 2023, 35(3): 91-98.
- [3] 石庆芳. 山东推进绿色低碳高质量发展发展的内在逻辑与实践路径[J]. 理论学刊, 2025(1): 131-140.

(下转第14页)