

“双化”协同转型下数字经济与绿色创新发展 协同性研究

——基于我国省级行政区的面板数据

徐志艳

(中国科学院大学公共政策与管理学院, 北京 101408)

摘要: 为探究数字经济与绿色创新的发展协同性,基于2013—2020年我国省级行政区的面板数据,构建数字经济与绿色创新发展指标体系。利用偏相关分析法、耦合协调度模型对各省级行政区间数字经济与绿色创新发展水平的差异性、协同性进行研究。结果表明,各省级行政区数字经济及绿色创新发展水平均存在省际差异,但两者发展具有协同性,且协同程度存在省际差异。研究结论可为“双化”转型提供实证借鉴,完善数字经济与绿色创新协同发展路径,为实现数字经济与绿色创新高质量协同发展提供政策建议。

关键词: “双化”协同转型; 数字经济; 绿色创新; 协同发展

中图分类号: F49 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2024)03-0187-08

在全球经济竞争日趋激烈的背景下,数字化与绿色化成为全球经济社会转型的两大趋势。《“十四五”国家信息化规划》提出“深入推进绿色智慧生态文明建设,推动数字化绿色化协同发展”与“以数字化引领绿色化,以绿色化带动数字化”。数字化转型与绿色化转型发展(以下简称“双化”协同转型)成为顺应经济社会发展要求、实现经济社会高质量发展的必要之举与必由之路,如何高效实现双化协同转型也成为社会各方共同努力致力于探究的问题。数字产业化和产业数字化已成为经济领域发展的重点关注方向,以新产业、新业态和新商业模式为代表的数字经济已然成为中国经济增长的新动能^[1],这些数字技术还能够基于自身基础性和外溢性^[2],促使经济活动发生新的变革。破解绿色转型发展困境,解决发展过程中的深层次矛盾,根本出路在于创新。绿色创新是绿色化转型的重要动力与支撑,为绿色发展提供新动能。

“双化”协同转型下数字经济与绿色创新的协同关系可以从以下3个方面理解:一是数字经济为绿色创新发展提供了发展空间与条件,数字引领绿色发展直接体现在数字经济会促进创新能力和环境提升,间接体现在数字技术的提升与应用为绿色创新发展提供技术手段和支持;二是绿色创新为数

字经济的发展提供支撑,绿色创新能够推动生产各环节的流程、技术的优化,为数字经济发展提供基础支撑;三是数字经济与绿色创新的发展逐渐形成两者“融合共生”的局面,致力于推动经济社会实现高质量发展,加快构建经济社会发展与生态环境保护共赢的发展局面。

那么,“双化”协同转型背景下,数字经济与绿色创新发展是否存在协同性,两者如何实现协同发展,协同发展中面临着何种困境?这些问题仍有待检验分析。对上述问题加以分析,有助于深入了解数字经济与绿色创新协同发展现状,完善数字经济与绿色创新协同发展路径,助推实现数字化与绿色化协同转型。

1 文献述评

数字经济这一概念最早由美国著名经济学家 Tapscott^[3]提出,中国信通院、赛迪顾问、上海社科院、腾讯等多家国内机构均发布了数字经济指标体系。许宪春和张美慧^[4]基于国际视角对中国数字经济规模进行测算。赵涛等^[5]通过统计国民经济行业预算数字经济相关产业的总产出、增加值等总量指标。同时,学者们也就数字经济的影响加以分析。一方面,数字经济具有直接影响,其发展影响碳排放^[4],直接对产业绿色发展产生影响^[6],推动传

收稿日期: 2023-11-21

作者简介: 徐志艳(1999—),女,山东潍坊人,硕士研究生,研究方向为数字化转型、绿色创新。

统产业转型升级,实现绿色化发展。数字经济的发展促使竞争性质发生转变,对全球价值链造成冲击,促使全球范围内重新安排传统价值链下的产品与服务^[7]。另一方面,数字经济具有间接影响,其借助数字技术能够有效地衡量和预测大数据金融市场的风险,为数字经济监管提供量化可靠的依据^[8],减少传统行业存在的市场问题^[9]。

国外学者倾向于以企业为主体,将绿色创新等同为生态创新,认为其是指企业新产品和新生产的过程^[10]。此后,Rennings^[11]认为生态创新即绿色创新,是指技术创新、生态创新与制度创新3方面的创新。关于绿色创新评价指标体系的研究,王馨和王营^[12]以绿色专利申请数量衡量企业绿色创新;齐绍洲等^[13]则以上市公司已授权绿色专利占当前所有专利申请的比作为分析对象。传统企业依托绿色创新实现发展转型^[14],实现经济与生态高质量协同发展^[15]。企业盈利能力与绿色产品创新呈现出显著的正相关关系^[16],而绿色创新通过知识管理过程影响组织实现可持续发展^[17]。政府与企业间也存在环境博弈,环境法律、政策对企业环保的要求越来越高,企业会通过绿色创新增加绿色专利申请,遵守环境法律政策、制度^[18]。同时,政府研发补助又会推动绿色创新发展^[19],但环境规制对绿色技术创新的影响表新出明显的政策差异和地区差异^[20]。

数字经济与绿色创新发展之间的影响是双向的。数字经济发展对绿色创新有显著的促进作用,数字经济推动传统产业结构转型,提升城市绿色创新能力^[21]。王锋正等^[22]实证研究表明,地区数字经济发展水平对资源型企业绿色技术创新存在显著倒“U”形影响。数字经济还可以通过增强区域经济实力,推动区域增加科研经费和人员的投入^[23],进而促进城市绿色技术创新水平的提升^[24]。绿色创新的发展推动数字经济高质量转型发展,绿色创新具有“双重外部性”的特征,通过降低环境成本产生环境外部性^[25],为数字经济发展营造绿色环境,减少资源浪费。同时,绿色技术、绿色制度、绿色工艺等赋能传统产业,催生新产业、新业态和新模式,推动数字经济高质量发展^[26]。

综合现有研究趋势来看,对数字经济与绿色创新的协同关系研究尚不充分。因此,现基于2013—2020年我国省级行政区的面板数据,实证分析数字经济与绿色创新发展的协同关系。研究贡献体现为:①实证分析“双化”协同转型下数字经济与绿色创新发展存在协同性;②推动了“双化”协同发展的

动机研究,分析发现数字经济与绿色创新协同发展存在省际差异;③具有一定的政策价值,可为各主体顺应数字经济发展趋势,激发绿色创新活力提供一定借鉴。

2 理论分析与研究设计

2.1 理论分析与研究假设

2.1.1 数字经济及绿色创新发展水平存在省际差异

数字经济是以数字化信息为关键资源、以互联网平台为主要信息载体、以数据技术创新驱动为牵引、以一系列新模式和业态为表现形式的新经济活动^[27]。数字化信息支撑数字经济发展,东部地区数字技术发展进程快,对数字化信息的整合开发以及利用水平总体较高,为数字经济的高水平发展提供资源支撑。中西部地区数字化信息资源整合能力有限,数字经济发展缺少关键性资源支撑,数字经济发展水平较低。目前,中西部地区原有第三产业发展薄弱,且缺少互联网企业发展的科技、人才、经济等条件,互联网平台整体发展水平较低。正是由于数字技术与信息资源的分配不均、各地区整合能力参差不齐、互联网发展水平不等等因素的存在,导致东中西部数字经济发展水平存在差距。

绿色创新将新发展理念中的绿色与创新两大发展理念加以融合,以实现经济、技术、资源和环境综合效益最大化。经济发展水平能够为绿色创新提供经济支撑,加大绿色创新投入,进而推动绿色创新产出。在经济发展结构的协调程度及高质量发展之上,绿色创新作为经济增长质变的重要动力,能够推动经济发展的降本增效。合理的环境规制也会对绿色创新发展产生促进作用。地方政府采用科学有效的科技环保政策将推动绿色创新发展,而对于环境政策落实不到位、缺少环保动力、牺牲环境为代价发展经济的地区,绿色创新发展受到限制^[28]。因此推断东中西部地区间及省际绿色创新发展水平存在差距。基于上述分析,提出以下假说。

假说1:数字经济发展、绿色创新发展均存在省际差异。

2.1.2 “双化”协同转型下数字经济与绿色创新协同发展

数字经济的发展需要技术的支撑,而技术升级发展更是离不开创新。绿色创新关注创新流程中的资源节约与环境保护,注重在绿色节约中进行创新及推动绿色技术发展。数字经济为数字化发展提供经济基础,绿色创新为实现绿色发展提供必要

支撑,“双化”协同转型目标下,数字经济与绿色创新发展协同性重要程度愈加凸显。

(1)数字经济发展为绿色创新发展提供新契机。数字经济下信息技术的运用能够提升各类主体的信息捕获能力,促使各主体进行针对性创新,从而推动创新过程中的绿色发展,推动创新向着绿色低碳新要求方向发展。数字经济的发展会推动企业数字化转型,扁平化的组织结构促使企业各方参与创新,倒逼技术通过绿色创新实现绿色创新。精准高效的发展方式成为数字经济时代的主流发展方式,快速收集、整合需求信息,对实现绿色生产、绿色经营有直接的作用。

(2)绿色创新发展为数字经济发展提供强支撑。数字经济本身就是一种强调低碳循环的经济模式,数字经济与绿色经济相互促进,共同发展。绿色经济发展之下,推动节约资源与保护环境的创新发展成为创新的重要方式。绿色技术创新能够节约资源与提高效率,助力新生产模式的发展,为数字经济发展提供绿色技术支撑。

(3)数字经济与绿色创新协同发展,推动社会众多领域的转型发展。例如,在两者协同发展过程中会促使传统政府向数字政府发展,以期提高政府技术运用能力,进而提高行政效率,更好发挥在社会治理中的作用,为社会经济发展与社会可持续发展提供支持与监管。同时,数字政府的建设将有利于激发市场活力,数字经济的发展潜力被激发,进而赋能绿色技术创新,进一步推动数字经济与绿色创新的发展。基于数字经济与绿色创新之间的相互作用,提出以下假说。

假说 2:数字经济与绿色创新之间相互影响,两者具有发展协同性。

2.1.3 数字经济与绿色创新发展协同度存在省际差异

由数字技术构建而成的数字化基础设施成为各领域数字化转型发展的基础条件,数字经济的发展更是需要数字化基础设施的支撑。数字技术的发展离不开创新,绿色发展理念贯穿创新全过程,发挥着重要作用,绿色创新在此基础上影响着数字经济的发展。同时,绿色技术与绿色产品成为推动环境效益的强力,环境效益的增加能够推动社会经济效益的提升;绿色技术创新带动数字产业规模发展,数字产业规模又为绿色创新提供资金支撑。由此可见,数字经济与绿色创新是相互影响的,发展过程中数字经济与绿色创新发展水平的省际差异

会影响两者协同度,进而导致数字经济与绿色创新发展协同度存在省际差异。

数字经济与绿色创新发展面临着共同的政策、经济、人力资源、环境资源等条件,省际发展中这些差异会对数字经济与绿色创新协同发展的程度产生影响。数字经济与绿色创新协同发展,一方面受政府宏观调控影响,省与省之间对两者发展的重视程度、发展观念的不同会影响两者协同发展程度,各省级行政区政府依据地方实际发展状况,各省级行政区政府采取的调控措施存在诸多差异,加之调控措施受到实施环境的影响,进而导致各省级行政区之间数字经济与绿色创新发展协同性存在差异;另一方面受市场调节作用影响,不同地区市场环境的差异导致市场调节的过程及结果存在差异,加之相关部门对数字经济的支持程度存在一定差异,企业发展观念也会在此影响下带有一定的倾斜性,更加侧重于某一方面的发展。在此情况下,在一定程度上造成省际协同发展之间的差异。基于此,提出以下假说。

假说 3:数字经济与绿色创新发展协同度存在省际差异。

2.2 变量选取与数据来源

2.2.1 变量 1:数字经济(Die)

借鉴中国信通院《中国数字经济发展白皮书》、赛迪顾问《2017 中国数字经济指数(DEDI)》及赵涛等^[5]、黄群慧等^[29]的研究,构建数字经济发展水平指标体系(表 1),进一步对我国省级行政区数字经济发展进行测度。主要研究全国层面与各省层面的数字经济与绿色创新协同发展,分析同一地域范围内数字经济与绿色创新发展协同性,未对不同省级行政区的数字经济发展水平加以对比,故未进行增强可比性的数据处理,如直接采用邮政营业网点,未除以年末人口获取平均每处服务人数。

采用客观赋权的熵值法对数字经济发展水平指标体系中的各项指标进行赋权。

(1)对各指标数据进行标准化处理。

正向指标:

$$X'_{fij} = \frac{x_{fij} - \min x_{fij}}{\max x_{fij} - \min x_{fij}} \quad (1)$$

逆向指标:

$$X'_{fij} = \frac{\max x_{fij} - x_{fij}}{\max x_{fij} - \min x_{fij}} \quad (2)$$

式中: x_{fij} 为第 f 年第 i 个省份的第 j 项评价指标的数值; $\max x_{fij}$ 、 $\min x_{fij}$ 分别为所有年份中第 j 项评价指标的最小值和最大值。

表1 数字经济发展水平指标体系

一级指标	二级指标	单位	属性
数字基础设施	光缆路线长度	km	正向
	邮政营业网点	处	正向
	互联网宽带接入端口	万个	正向
	互联网宽带接入用户	万户	正向
	移动电话交换机容量	万户	正向
	移动电话普及率	部/百人	正向
数字产业化	域名数量	万个	正向
	网页数量	万个	正向
	每百家企业拥有网站数	个	正向
	每百人使用计算机数	台	正向
	电信业务总量	亿元	正向
	信息传输、软件和信息技术服务业城镇单位就业人员	万人	正向
产业数字化	有电子商务交易活动企业比重	—	正向
	电子商务采购额	亿元	正向
	电子商务销售额	亿元	正向
	快递量	万件	正向
	数字普惠金融指数	—	正向

(2) 计算第 f 年第 i 个省份的第 j 项指标的比重 p_{fij} 。

$$p_{fij} = \frac{X'_{fij}}{\sum_{f=1}^h \sum_{i=1}^m X'_{ij}} \quad (3)$$

式中： h 为评价年数； m 为省份数。

(3) 计算指标信息的熵值 e_j 。

$$e_j = -k \sum_{f=1}^h \sum_{i=1}^m (p_{fij} \ln p_{fij}) \quad (4)$$

式中： $k = \frac{1}{\ln(hm)}$ ，且 $k > 0$ ，有 $0 \leq e_j \leq 1$ 。

(4) 计算冗余度 d_j 。

$$d_j = 1 - e_j \quad (5)$$

(5) 计算权重 w_j 。

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^n d_j} \quad (6)$$

式中： n 为指标数。

2.2.2 变量2:绿色创新(Gri)

现有研究对绿色创新主要使用绿色专利申请量进行衡量。但绿色专利申请量仅能在一定程度上体现各主体对绿色创新的重视程度，难以反映绿色创新发展程度。基于此现状，借鉴传统创新的测度指标体系，从投入-产出视角出发，同时参照 Horbach 和 Rammep^[30]、Ambec 等^[31]、Ghisetti 和 Rennings^[32]，及李旭^[33]的测量方法，构建绿色创新发展水平指标体系(表2)。现有研究表明 R&D 投入对绿色产品创新能力、绿色工艺创新能

表2 绿色创新发展水平指标体系

一级指标	二级指标	测度方法	单位	属性
绿色创新投入	创新项目	规模以上工业企业 R&D 项目数	项	正向
	创新资金投入	规模以上工业企业 R&D 经费	万元	正向
	创新人员投入	规模以上工业企业 R&D 人员全时当量	人年	正向
绿色创新产出	绿色发明申请	绿色发明申请数量	件	正向
	绿色实用新型申请	绿色实用新型申请数	件	正向
	创新产品	规模以上工业企业新产品项目数	项	正向
	社会环境	工业污染治理完成投资	万元	负向
		水利、环境和公共设施管理业城镇单位就业人员	万人	正向

力、末端治理技术能力有显著的正向影响，且政府或企业加大研发投入能够有效促进绿色技术创新。故此处绿色创新项目、资金投入、人员投入、创新产品产出分别用规模以上工业企业 R&D 项目数、规模以上工业企业 R&D 经费、规模以上工业企业 R&D 人员全时当量、规模以上工业企业新产品项目数表征。采用客观赋权法熵值法对绿色创新发展指标体系中的指标进行赋权，具体处理方法同 2.2.1 节。

2.2.3 控制变量

本文的控制变量包括人均 GDP(PcIn)、人力资本水平(HuCa)、地方财政补贴(LFSu)与产业结构(InSt)。其中，人均 GDP 用地方生产总值与各省人口的比值取对数得到，人力资本用地方普通高等学校在校人数占总人口的比重来衡量，地方财政补贴主要用地方财政环境保护支出与地方财政科学技术支出之和与地方生产总值的比值进行衡量，产业结构主要用地方第二产业增加值与地方生产总值的比值进行衡量。

2.2.4 数据来源

选取 2013—2020 年我国 31 个省(自治区、直辖市)(因数据缺失，未包含港澳台地区)的数据。其中，数字经济发展指标体系中的数字普惠金融指数数据来源于北京大学数字金融中心《北京大学数字普惠金融指数》，其余指标数据来源于国家统计局；绿色创新发展指标中的绿色发明申请量和绿色实用新型申请量数据来源于中国研究数据服务平台下的绿色专利数据库(CPRD)，其余数据来源于国家统计局；人均 GDP、人力资本、地方财政补贴、产

业结构等控制变量使用到的数据来源于国家统计局。

3 实证研究

3.1 数字经济及绿色创新发展水平综合得分计算

选取 2013—2020 年我国省级行政区数据构建面板数据,继而采用熵值法对各具体指标进行赋权,在获得各指标权重的基础上,采用以下公式计算获得 2013—2020 年数字经济发展水平综合得分与绿色创新发展水平综合得分。

$$C_{fi} = \sum_{j=1}^n (\omega_j P_{fij}) \quad (7)$$

式中: C_{fi} 为第 f 年第 i 个省份的综合得分; ω_j 为第 j 个指标的权重; P_{fij} 为第 f 年第 i 个城市第 j 个指标标准化后数值。

由 2013—2020 年我国省级行政区数字经济发展水平综合得分及绿色创新发展水平综合得分可知,数字经济发展水平、绿色创新发展均存在省际差异。基于上述分析结果,假说 1 得到证实。

3.2 相关性分析

表 3 为数字经济与绿色创新相关性分析结果。其中,(1)列表示在未加入控制变量时数字经济与绿色创新相关系数 $R=0.843$,且 $P<0.01$,两者具有较强的相关性;(2)列~(6)列分别表示加入了人均 GDP 控制变量、人力资本控制变量、地方财政补贴控制变量、产业结构控制变量以及加入全部控制变量后的结果,均具有较强的相关性。实证分析结果证实了数字经济与绿色创新发展协同性,从而验证了假说 2。数字经济发展水平与绿色创新发展水平的增长趋势相似,数字经济的发展为绿色创新提供更为有利的技术支撑及广阔的应用场景,产业数字化和数字产业化转型过程中需要绿色创新,以顺应绿色发展趋势,提高转型效率,提升社会认可度。

表 3 数字经济与绿色创新的相关性分析结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	Die	Die	Die	Die	Die	Die
Gei	0.843***	0.7826***	0.8460***	0.8408***	0.8962***	0.8051***
PcIn		0.5772***				0.4073
HuCa			0.2017***			-0.0809
LFSu				0.1085*		-0.1264**
InSt					0.5821***	0.4382***

注:相关系数 R 取值范围为 $|R|\leq 1$,通常认为 $|R|\geq 0.8$ 具有较强的线性相关性, $|R|\leq 0.3$ 具有较弱的线性相关性;***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 水平上显著。

3.3 稳健性检验

为提高实证分析结果的可信度,采用替换变量与扩展时间窗口、剔除部分样本、模型替换等方法进行稳健性检验。

3.3.1 替换变量与扩展时间窗口

采用替换变量和扩展时间窗口的方法,从全国层面重新构建数字经济发展与绿色创新指标体系,采用熵值法,计算获得各年份综合得分,进而分析数字经济与绿色创新发展协同性。根据构建的指标体系对 2011—2020 年全国数字经济与绿色创新水平进行测算。各年份综合得分见表 4。分析结果显示相关系数 $R=0.832$ ***,具有较强的相关性。稳健性检验结果与相关性分析结果一致。这表明,在替换变量与扩展时间窗口后,数字经济与绿色创新发展协同性仍可以得到证实。

表 4 2011—2020 年全国层面数字经济与绿色创新综合得分

年份	数字经济	绿色创新
2011	0.0106	0.0073
2012	0.0225	0.0421
2013	0.0384	0.0421
2014	0.0536	0.0491
2015	0.0671	0.0815
2016	0.0895	0.1133
2017	0.1205	0.1279
2018	0.1554	0.1601
2019	0.2474	0.2235
2020	0.2417	0.1005

3.3.2 剔除部分样本

为对分析结果进行稳健性检验,从东中西部各地区随机剔除 5 个省级行政区,后针对剩余 16 个省级行政区各年度数字经济发展与绿色创新发展的综合得分情况进行相关性分析。相关性分析结果为数字经济与绿色创新相关系数 $R=0.762$ ***,两者具有中等偏强的相关性。这表明,在剔除样本的稳健性检验中数字经济与绿色创新发展的协同性仍可以得到证实。

3.4 耦合协调度分析

3.4.1 各省各年份耦合协调度计算

数字经济与绿色创新是相互作用的两个系统,为研究数字经济与绿色创新的耦合发展水平,引入耦合度 C 与耦合协调度 D 来进行测算,计算公式为

$$C = 2 [U_1 U_2 / (U_1 + U_2)^2]^{1/2} \quad (8)$$

$$T = \alpha U_1 + \beta U_2 \quad (9)$$

$$D = \sqrt{CT} \quad (10)$$

式中: U_1 、 U_2 分别为数字经济与绿色创新综合评价

得分; α 、 β 分别为待定系数, 由于数字经济与绿色创新同样重要, 所以 α 和 β 均设定为 0.5; C 为数字经济与绿色创新的耦合度, 反映数字经济与绿色创新相互作用的大小, 数值越大表明数字经济与绿色创新两个体系越能和谐发展; D 为数字经济与绿色创新的耦合协调度, 反映数字经济与绿色创新的互动协调关系, D 值越接近 1 则表示数字经济与绿色创新协调发展程度越高, 其类别划分标准见表 5。

表 5 耦合协调度类别划分标准

取值范围	所处阶段
$0 < D \leq 0.3$	低度耦合协调
$0.3 < D \leq 0.5$	中度耦合协调
$0.5 < D \leq 0.8$	高度耦合协调
$0.8 < D \leq 1$	极度耦合协调

3.4.2 耦合协调度时间分析与空间分析

耦合协调度是对不同系统之间的耦合协调关系加以综合度量的指标, 在探究数字经济与绿色创新发展协同性时引用耦合协调度衡量。根据熵值法及耦合协调度计算公式可以获得 2013—2020 年 31 个省级行政区数字经济与绿色创新耦合协调度。

从时间分布来看, 2013—2020 年各省级行政区数字经济与绿色创新耦合协调度绝大部分属于低度耦合协调或中度耦合协调, 少部分属于高度耦合协调, 但总体呈现波动上升趋势, 且提升较高。政府与企业加大数字经济人才培养与数字基础设施建设, 最大程度上激发数字经济内在活力, 各省数字经济发展迅速。同时, “双碳”目标之下, 绿色发展成为发展的重要模式, 在鼓励型政策与限制型政策双重影响下, 各行业对绿色发展的重视程度增加, 绿色创新作为推动绿色发展的重要动力, 对各行业实现绿色转型具有重要意义。数字经济与绿

色创新发展迅速, 势头强劲, 进而促使数字经济与绿色创新发展协同程度逐渐提升。

从空间分布来看, 由图 1 可知, 广东、江苏、浙江数字经济与绿色创新耦合协调度位居于前 3。从省级层面来看, 数字经济与绿色创新耦合协调度只有北京、上海、江苏、山东、广东处于高度耦合协调阶段, 数字经济与绿色创新发展协同程度高, 天津、河北、辽宁、安徽、福建、江西、河南、湖北、湖南、广西、重庆、四川、云南、陕西处于中度耦合协调阶段, 其他省份仍处于低度耦合协调阶段。从东中西部地区层面来看, 北京、天津、上海、浙江所在的东部地区数字经济与绿色创新耦合协调度综合最高, 其次吉林、安徽、江西、湖北、湖南所在的中部地区数字经济与绿色创新耦合协调度综合居中, 最后四川、西藏、陕西、新疆所在的西部地区数字经济与绿色创新耦合协调度综合最低。

综合上述分析, 假设 3 得以证实, 数字经济与绿色创新发展协同存在省际差异, 东部发展水平明显高于西部发展水平。

4 结论与建议

在系统梳理“双化”转型背景下数字经济与绿色创新协同发展内在机理的基础上, 构建数字经济和绿色创新指标体系, 采用熵值法进行客观赋权, 计算各省份各年份综合评分, 采用相关分析、耦合模型分析等方法就数字经济与绿色创新发展协同性发展及时空差异展开具体实证研究, 得到如下结论。

(1) 从时间差异来看, 样本期内各省级行政区数字经济与绿色创新耦合协调度不断上升, 这表明各省际行政区内数字经济与绿色创新发展协同质量随着时间推移不断提高。

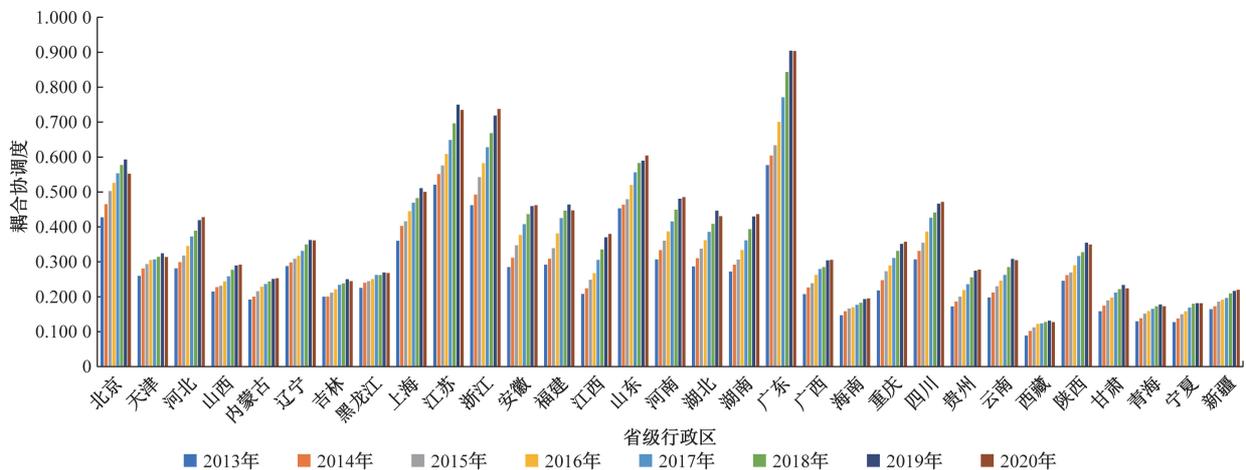


图 1 2013—2020 年各省级行政区各年度数字经济与绿色创新耦合协调度

(2)从区域差异来看,各省级行政区之间数字经济与绿色创新耦合协调度数值存在差异,数字经济与绿色创新协同发展存在一定地区差异,东部地区协同发展程度最高,中西部地区协调度较低。

(3)综合来看,数字经济与绿色创新发展协同度较高,数字经济与绿色创新发展之间相互影响,相互促进。

数字经济与绿色创新协同发展的同时,也存在一定发展困境。①社会层面的“双化”转型正处于试点阶段,未来发展方向尚未明确,对于转型中的各主体需依托自身现有资源突破迷茫地,寻找发展新方向存在难度;②数字经济与绿色创新的协同发展是以社会、经济、生态、文化等众多方面发展为基础,数字经济与绿色创新协同发展不均衡现象需要更长时间、更为精准的方法加以解决;③社会生产层面数字经济与绿色创新高效协同发展需要借力理论层面的指导,目前关于推进数字经济与绿色创新协同发展的研究尚不充分,致使实现传统发展模式向新发展模式的平稳转变和向前发展成为当前发展的一大难点。

基于上述研究结论,提出以下建议。

(1)推动数字经济发展,提高数字经济发展质量,夯实数字经济基础设施建设,为绿色创新发展提供新环境与新动能。进一步发展数字技术支撑之下的数字经济推动产业链的进一步发展与完善,进一步提高资源利用率,为绿色创新提供新环境,为绿色发展提供新动能,促进社会整体绿色发展。

(2)增强绿色创新研发投入,推动绿色技术、绿色工艺、绿色制度、绿色观念发展,为提高数字经济发展质量提供新支撑。注重对绿色创新扶持政策的发展,夯实绿色创新相关制度保障建设,关注绿色创新研发投入,重视绿色创新成果的转化,推动绿色创新成果从实验室、企业走向市场。加强高素质人才的培养,助力绿色创新向更高层次发展。保障绿色创新发展所需各类资源,为绿色创新营造向上发展环境,优化社会环境与市场环境,为数字经济高质量发展提供支持。

参考文献

- [1] 戚聿东,肖旭. 数字经济时代的企业管理变革[J]. 管理世界, 2020, 36(6): 135-152.
- [2] 李春发,李冬冬,周驰. 数字经济驱动制造业转型升级的作用机理: 基于产业链视角的分析[J]. 商业研究, 2020(2): 73-82.
- [3] TAPSCOTT D. The digital economy: promise and peril in the age of networked intelligence[M]. New York: McGraw Hill, 1996.
- [4] 许宪春,张美慧. 中国数字经济规模测算研究: 基于国际比较的视角[J]. 中国工业经济, 2020(5): 23-41.
- [5] 赵涛,张智,梁上坤. 数字经济、创业活跃度与高质量发展: 来自中国城市的经验证据[J]. 管理世界, 2020, 36(10): 65-76.
- [6] 刘丽,任保平,汪浩. 数字经济与产业绿色高质量发展耦合协调度的时空特征、区域差异与影响因素[J]. 统计与决策, 2023, 39(22): 24-29.
- [7] CAPOBIANCO A, NYESO A. Challenges for competition law enforcement and policy in the digital economy[J]. Journal of European Competition Law & Practice, 2018, 9(1): 19-27.
- [8] YANG J, ZHAO Y, HAN C, et al. Big data, big challenges: risk management of financial market in the digital economy[J]. Journal of Enterprise Information Management, 2022, 35(4/5): 1288-1304.
- [9] 郭凯明,刘冲. 平台企业反垄断、数字经济创新与产业结构升级[J]. 中国工业经济, 2023(10): 61-79.
- [10] JAMES C F P. Driving eco-innovation: a breakthrough discipline for innovation and sustainability[M]. London: Pitman Hall, 1996.
- [11] RENNINGS K. Redefining innovation-eco-innovation research and the contribution from ecological economics[J]. Ecological Economics, 2000, 32(2): 319-332.
- [12] 王馨,王营. 绿色信贷政策增进绿色创新研究[J]. 管理世界, 2021, 37(6): 173-188.
- [13] 齐绍洲,林岫,崔静波. 环境权益交易市场能否诱发绿色创新?: 基于我国上市公司绿色专利数据的证据[J]. 经济研究, 2018, 53(12): 129-143.
- [14] 解学梅,韩宇航. 本土制造业企业如何在绿色创新中实现“华丽转型”?: 基于注意力基础观的多案例研究[J]. 管理世界, 2022, 38(3): 76-106.
- [15] 解学梅,朱琪玮. 企业绿色创新实践如何破解“和谐共生”难题? [J]. 管理世界, 2021, 37(1): 128-49.
- [16] LI D, ZHENG M, CAO C, et al. The impact of legitimacy pressure and corporate profitability on green innovation: evidence from China top 100 [J]. Journal of Cleaner Production, 2017, 41: 41-49.
- [17] ABBAS J, SAGSAN M. Impact of knowledge management practices on green innovation and corporate sustainable development: a structural analysis[J]. Journal of Cleaner Production, 2019, 229: 611-620.
- [18] 张娟,耿弘,徐功文,等. 环境规制对绿色技术创新的影响研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(1): 168-176.
- [19] 王永贵,李霞. 促进还是抑制: 政府研发补助对企业绿色创新绩效的影响[J]. 中国工业经济, 2023(2): 131-149.
- [20] 张倩. 环境规制对绿色技术创新影响的实证研究: 基于政策差异化视角的省级面板数据分析[J]. 工业技术经

- 济, 2015, 34(7): 10-18.
- [21] WANG X Y, SUN X M, ZHANG H T, et al. Digital economy development and urban green innovation CA-Pability: based on panel data of 274 prefecture-level cities in China[J]. *Sustainability*, 2022, 14(5): 2921.
- [22] 王锋正, 刘向龙, 张蕾, 等. 数字化促进了资源型企业绿色技术创新吗? [J]. *科学学研究*, 2022, 40(2): 332-344.
- [23] DAI D, FAN Y, WANG G, et al. Digital economy, R&D investment, and regional green innovation-analysis based on provincial panel data in China[J]. *Sustainability*, 2022, 14(11): 6508.
- [24] 郭丰, 杨上广, 任毅. 数字经济、绿色技术创新与碳排放: 来自中国城市层面的经验证据[J]. *陕西师范大学学报(哲学社会科学版)*, 2022, 51(3): 45-60.
- [25] 伦晓波, 刘颜. 数字政府、数字经济与绿色技术创新[J]. *山西财经大学学报*, 2022, 44(4): 1-13.
- [26] 郭炳南, 王宇, 张浩. 数字经济、绿色技术创新与产业结构升级: 来自中国 282 个城市的经验证据[J]. *兰州学刊*, 2022(2): 58-73.
- [27] 陈晓红, 李杨扬, 宋丽洁, 等. 数字经济理论体系与研究展望[J]. *管理世界*, 2022, 38(2): 208-224.
- [28] 陶锋, 赵锦瑜, 周浩. 环境规制实现了绿色技术创新的“增量提质”吗: 来自环保目标责任制的证据[J]. *中国工业经济*, 2021(2): 136-154.
- [29] 黄群慧, 余泳泽, 张松林. 互联网发展与制造业生产率提升: 内在机制与中国经验[J]. *中国工业经济*, 2019(8): 5-23.
- [30] HORBACH J, RAMMEP C. Energy transition in Germany and regional spill-overs: the diffusion of renewable energy in firms[J]. *Energy Policy*, 2018, 121: 404-414.
- [31] AMBEC S, COHEN M A, ELGIE S, et al. The porter hypothesis at 20: can environmental regulation enhance innovation and competitiveness? [J]. *Review of Environmental Economics and Policy*, 2013, 7(1): 2-22.
- [32] GHISSETTI C, RENNINGS K. Environmental innovations and profitability: how does it pay to be green? an empirical analysis on the German innovation survey[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2014, 75: 106-117.
- [33] 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, 27(2): 1-11.

Research on the Synergistic Development of Digital Economy and Green Innovation under the Coordinated Transformation of Dual Modernization: Based on Panel Data of China's Provincial Administrative Regions

XU Zhiyan

(School of Public and Management, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 101408, China)

Abstract: In order to explore the development synergy of digital economy and green innovation, an indicator system for the development of digital economy and green innovation is constructed based on the panel data of China's provincial administrative regions from 2013 to 2020. Then partial correlation analysis and coupling coordination model are used to study the difference and synergy of digital economy and green innovation development levels in various provincial administrative regions. The research results indicate that there are inter provincial differences in the development level of digital economy and green innovation in each provincial-level administrative region, but there is synergy in the development of the two, and there are inter provincial differences in the degree of synergy. The research conclusion can help to provide empirical reference for the “dual transformation” transformation, improve the collaborative development path of the digital economy and green innovation, and provide policy recommendations for achieving high-quality collaborative development of the digital economy and green innovation.

Keywords: coordinated transformation of dual modernization; digital economy; green innovation; collaborative development