

# 数字人民币对中国贸易发展的关联度分析

黄严姣, 岳向华\*

(湘南学院 经济与管理学院, 湖南 郴州 422000)

**摘 要:** 探究数字人民币在中国贸易发展领域的影响及对策, 有利于应对数字人民币发展过程中的机遇与挑战。本文基于数字人民币设计特性, 采用灰色关联分析法评价消费者、中小微企业和国家政策环境三个影响因素主体与中国贸易发展的关联度, 综合主客观因素利用 AHP 层次分析法比较要素指标在中国贸易发展中的作用, 分析数字人民币对中国贸易发展可能产生的问题。结果发现: 国家使用数字人民币总体规模与中国贸易发展关联度最高, 贸易制度对数字人民币总体使用规模的影响最大; 其次是消费者, 消费者需求偏好是消费者使用数字人民币极为看重的要素; 最后是中小微企业, 融资状况对于中小微企业运用数字人民币钱包具有极大影响。而数字人民币在消费者隐私安全、使用路径及使用规则、中国金融市场稳定性等方面仍存在隐患。因此, 应加强技术研发, 保护用户信息; 完善法律法规, 提升监管力度; 明确数字人民币定位, 加强国际合作。

**关键词:** 数字人民币; 跨境贸易; 跨境支付; 央行数字货币

**中图分类号:** F742

**文献标志码:** A

**DOI:**10.3969/j.issn.1672-8173.2023.05.020

2021 年 7 月 16 日, 中国人民银行发布《中国数字人民币的研发进展白皮书》, 以书面形式对数字人民币的研发背景、目标愿景、设计框架等进行了说明<sup>[1]</sup>。央行在 2021 年金融统计数据新闻发布会上表示, 截至 2021 年底, 中国数字人民币试点场景超过 808.51 万个, 累计开立个人钱包 2.61 亿个, 交易金额达 875.65 亿元<sup>[2]</sup>。数字人民币试点工作如火如荼, 迫于央行数字货币 (DC/EP) 技术研发和法治不够完善, 人民银行对数字货币跨境领域的适用性研究不足, 专家学者们在数字人民币跨境贸易方面的研究还较少。因此, 基于数字人民币设计特性, 结合数字人民币发展情况, 利用 AHP-灰色关联度评价法从消费者、中小微企业、国家政策环境三个维度进行影响因素关联度分析, 对明确数字人民币的改进方向, 优化消费者供需结构, 缩减中小微企业进出口成本, 提高国家贸易发展水平等方面具有重要意义。

## 1 文献综述

我国劳动力成本上升使我国传统竞争优势减弱<sup>[3]</sup>, 而跨境电子商务在我国国际贸易发展中的影响力相对提升。跨境电子商务主要依赖于第三方跨境电子商务平台进行跨境支付, 传统跨境支付体系下环球同业银行金融电讯协会 (society for worldwide interbank financial telecommunications, SWIFT) 与清算所银行同业支付系统 (clearing house interbank payment system, CHIPS) 都受以美国为首的西方发达国家影响<sup>[4]</sup>, 中国难以在公平独立的贸易环境下进行国际贸易合作。因此, 数字人民币的出现为构建完善公平高效的新国际货币体系、推动中国贸易发展带来新机遇新挑战<sup>[5]</sup>。

1983 年 Chaum<sup>[6]</sup> 提出 E-cash, 实现了数据的不可追踪性和匿名性, 但因仍未摆脱第三方支付系统, 故严格意义上不能称作数字货币。1998 年密码学家戴维首次提出分布式技术, 为数字货币发展奠定了理论基础<sup>[7]</sup>。2008 年金融危机, 加密货币比特币的现世标志着全球数字货币的诞生, 各国监管银行谨慎对待私人数字货币。2019 年 6 月 Facebook 发布 Libra 数字稳定币白皮书项目, 各国央行开始认真思考央行数字货币发行的可行性<sup>[8]</sup>。在私人数字货币的竞争推动、数字经济发展的需求拉动和互联网巨头的创新驱动下<sup>[9]</sup>,

收稿日期: 2023-01-05

基金项目: 湘南学院高层次人才及在校博士科研启动基金

作者简介: 黄严姣 (2001—), 女, 湖南郴州人, 2020 级本科生; 通信作者: 岳向华 (1974—), 女, 湖南邵阳人, 副教授, 博士, 研究方向为数字经济与管理

数字人民币开展了相关理论研究及试点工作, 希望通过实际应用来创新传统货币机制, 优化我国数字经济发展环境, 打破巨头企业垄断的技术和数据壁垒<sup>[10]</sup>, 帮助我国更好应对经济快速发展背景下人民需求层次不断提升、货币主权与金融安全保护需要等问题<sup>[11]</sup>。

世界各主要经济体中央银行数字货币 (central bank digital currencies, CBDC) 基础性设计共性包括持有者类型、使用场景、是否计息、与央行负债的兑换比率、底层技术及认证、存储形式六方面<sup>[12]</sup>。中国作为第一个发行数字货币的主权国家, 2014 年成立了法定数字货币研究小组, 2016 年构建出第一代 CBDC 概念原型, 2017 年经国务院批准正式开始研发工作, 2019 年在深圳、苏州、雄安、成都等地开展试点测试<sup>[1]</sup>, 随后扩大区域继续试点。截至 2021 年底, 数字人民币试点场景超 808.51 万个, 积极参与了包括国际清算银行创新中心 (bank for international settlements innovation hub, BISIH) 牵头的多边央行数字货币桥等项目。通过经验总结, 数字人民币设计框架从设计原则、设计特性、运营体系、钱包设计、合规责任主体界定、技术路线、监管框架七大类探索形成符合中国国情的 CBDC 设计方案。数字人民币不仅对国内金融体系、中小企业融资成本、数字技术、信用机制等产生影响, 还将促进人民币国际化进程<sup>[13-14]</sup>, 重塑新型跨境支付体系, 促进贸易投资自由化便利化<sup>[15]</sup>。同时, 众多银行系统强大且数字创新能力较强的经济体已将 CBDC 研究衍生至跨境支付领域<sup>[16]</sup>, 因此, 从长远来看, 数字人民币在中国未来贸易领域的研究至关重要, 对中国贸易经济发展将具有显著成效。

虽然中国数字货币 (digital currency/electronic payment, DC/EP) 发展速度较快, 但国内对于数字货币的发行并不十分迫切, 央行目前的主要任务还是吸收借鉴其他国家的数字货币试点经验, 完善相关制度, 补齐技术空缺, 健全监管体制。当前数字人民币研究角度多样, 国内研究主题主要与货币的法定职能、货币政策及相关应用场景挂钩, 国外则围绕人民币国际化、跨境支付、货币体系等进行深度探讨, 而在贸易领域的重点研究大都集中在跨境支付上, 对跨境贸易发展评价少。通过查阅, 目前国内数字人民币研究一般采用定性分析, 少有文章运用相关定量方法对其进行比较说明。考虑到数字人民币跨境试点项目信息难收集, 学者对数字人民币的贸易发展研究更为稀少, 在定量分析研究方法上可选取的对小样本数据要求不高的统计方法也不多。而灰色系统理论<sup>[17]</sup>作为侧重于对小样本和贫信息不确定性系统的分析方法可以较好地吻合数字人民币试点情况。此外, 2011 年至今, 在众多运用灰色系统理论的文献中八成以上的文章均采用灰色关联分析方法对经济发展、社会包容等可持续发展领域进行了关键影响因素的分析识别<sup>[18]</sup>, 因而在数字人民币统计研究中继续沿用灰色关联分析方法具有一定合理性。同时, 局限于数字人民币数据主体, 为进一步分析影响因素间的内部关联、及时提出对应研究方案, 需要利用其他方法结合灰色关联度结果进行具体剖析, 而层次分析法 (analytic hierarchy process, AHP) 作为一种可利用少量定量信息分解多目标决策问题从而在面对复杂影响因素问题时提供简便决策的定性和定量方法, AHP 运用范围广且可与其他方法灵活结合, 对数字人民币贸易发展领域影响因素的研究具有很好的适用性。

因此, 本文的边际贡献主要为: 基于 AHP-灰色关联度评价法对当前跨境贸易尤其是跨境零售领域进行影响因素指标评估, 并根据权重大小、关联度排序了解当前数字人民币推广路径上的重点问题, 从总体战略布局出发提出关键对策建议。

## 2 模型构建

采用 AHP-灰色关联度评价法进行数据分析具有一定优势, 可以更综合反映指标情况, 提高评价体系的合理性, 帮助模型在比较排序十二个指标后针对重点问题提出更科学的对策建议。

### 2.1 灰色关联分析

灰色关联分析是介于白色系统和黑色系统之间的一种多因素统计研究方法, 是由我国学者邓聚龙提出的。该方法运用关联系数公式对比参考序列和比较序列间的关联程度, 集中较稳定数值确定关联度值, 从而得出各因素最终关联度。它对目标样本容量要求不高且延展性较好, 适用于对一个系统已知但信息不够完善的情况。

数字人民币作为一个新试点项目, 难以掌握完整的数据信息, 且影响因素较复杂多样, 用灰色关联分析法可以较好地对数字人民币与中国贸易发展间的影响因素进行关联度分析, 了解各因素与数字人民币的

相关性及其评价程度,为 AHP 模型的指标评估打分作参考。

### 2.1.1 确定评价指标体系

鉴于数字人民币仍处于国内试点情况,评估其对于海外消费者的影响存在困难,因此先对国内各试点地区的交易数据进行模型计算有助于预测数字人民币国内外整体推广效果。

结合数字人民币作为零售型 CBDC 的背景,统计央行数据库中截至 2022 年多地区间个人钱包、对公钱包、交易笔数与交易金额情况,对了解消费者、中小微企业和国家政策环境在贸易领域发挥的数字货币总体效益有较好反馈。一方面,个人钱包有助于直观反映消费者接受度,对公钱包有助于了解中小微企业流水情况,交易笔数有助于判断用户总体使用规模及市场交易范围;另一方面,交易金额间接体现地区经贸往来密切度,关联度分析可以深入了解不同时空数字人民币的使用次数、辐射范围、钱包特性及社会供给条件等商贸往来情况。故在建立评价指标时,将个人钱包、对公钱包和交易笔数设定为比较序列,将交易金额设定为参考序列,再进行关联度值排序,能够反映双方关联产生的贸易效益并为 AHP 模型的构建提供一定数据支持,减少其主观性。

### 2.1.2 无量纲化处理

鉴于数字人民币交易数据立足于社会经济现象,在观察时适宜扩大变化曲线以分析具体表现趋势,选取初值化方法进行无量纲化处理更符合情况。设参考序列为  $X_0 = \{X_0(k) | k=1,2,\dots,n\}$ , 比较序列为  $X_i = \{X_i(k) | k=1,2,\dots,n\}$ 。初值化即用同一序列的第一个数据去除其后的各个原始数据从而得到新的倍数数列<sup>[20]</sup>,  $x_i(k) = \frac{x_i(k)}{x_i(1)}$ ,  $k=1,2,\dots,n$ , 其中  $x_i(k)$  为原始数据,  $x_i(1)$  为原始数据同一性状的第一个数据。

### 2.1.3 求解灰色关联系数值

随着灰色关联度研究的深入,出现了邓氏关联度、灰色速度关联度、斜率关联度、灰色 B 型关联度、C 型关联度、绝对关联度、T 型关联度等众多方法。邓氏关联度作为最主流的关联度计算模型之一,关联度计算结果主要反映比较序列与参考序列在整体上的接近程度,对分析数字人民币影响因素适应性更强,可以最大限度还原数据的真实性<sup>[21]</sup>。

$$\gamma(x_0(k), x_i(k)) = \frac{\Delta \min + \rho \Delta \max}{\Delta_{ik} + \rho \Delta \max} (k=1,2,3,\dots,n),$$

$$\Delta_{ik} = |x_0(k) - x_i(k)|, \Delta \min = \min_i \min_k |x_0(k) - x_i(k)|, \Delta \max = \max_i \max_k |x_0(k) - x_i(k)|, \quad (1)$$

式中:  $x_0$  表示参考序列;  $x_i$  表示比较序列;  $\gamma(x_0(k), x_i(k))$  为灰色关联系数;  $\Delta_{ik}$  表示对应序列差;  $\Delta \min$  和  $\Delta \max$  分别表示差值计算后产生的每列最小差与最大差;  $\rho \in (0,1)$  为分辨系数,其取值直接决定灰色关联系数的分布情况,  $\rho$  越小,分辨力越大,实际运用中  $\rho$  一般采用 0.5,故表 1 计算用 0.5 的分辨系数。

鉴于数字人民币试点数据难以收集,为充分利用数据,各地不同节点的试点情况用字母进行时间区分可以进一步说明关联系数值的关联程度,同时比较不同地区间因经济水平、试点时长不同而产生的系数值差异。在已公布数字人民币试点数据的城市中,长沙、重庆分别为第二批及第三批数字人民币试点城市,金华则为浙江省承办亚运会而增加的试点城市之一,深度分析这三个地区不同时间段的试点数据不仅可以纵向观察不同经济发展水平、数字货币政策环境等对关联系数值的影响,还可以横向考虑同一经济水平和政策环境下因时间差而改变的数字货币技术水平等因素对关联系数值的影响。从各地政府官网搜集到的数据可知,长沙自 2020 年 11 月成为试点地区后,已公布 2021 年 6 月末及 2021 年 12 月的数字人民币试点情况;重庆自 2022 年 4 月成为试点地区后,已公布 2022 年 5 月中旬、2022 年 5 月下旬及 2022 年 7 月中旬的数字人民币试点情况;金华自 2022 年 4 月成为试点地区后,已公布 2022 年 5 月初及 2022 年 5 月末的数字人民币试点情况。故表 1 可以根据公布数据依次设定长沙 A、长沙 B、重庆 A、重庆 B、重庆 C、金华 A、金华 B,经过无量纲化处理后相关计算结果如表 1 所示。

由表 1 可以发现,除个别异常值外,总体上,个人钱包、对公钱包、交易笔数与交易金额之间的灰色关联系数值都为强相关,且交易笔数的灰色关联系数值相对较高,对公钱包的系数值相对较低。因此,可以认为比较序列计算结果下的国家政策环境、中小微企业、消费者三个影响主体在数字人民币助力中国贸



表 1 灰色关联系数及关联度

分析项目	地区或指标	个人钱包 / 万个	对公钱包 / 万个	交易笔数 / 万笔
关联系数	海南	1	1	1
	长沙 A	0.604 8	0.592 5	0.645 5
	长沙 B	0.655 7	0.597 1	0.657 1
	西安	0.496 8	0.506 9	0.333 3
	重庆 A	0.955 8	0.936 2	0.970 9
	重庆 B	0.956 2	0.933 3	0.990 2
	重庆 C	0.941 8	0.895 1	0.970 9
	广州	0.935 9	0.969 6	0.978 4
	福州	0.938 7	0.947 3	0.965 2
	杭州	0.832 7	0.733 8	0.763 6
	温州	0.959 5	0.983 6	0.997 9
	湖州	0.866 0	0.864 7	0.868 4
	金华 A	0.981 8	0.984 5	0.998 7
	金华 B	0.937 2	0.932 9	0.931 4
关联度	关联度	0.86 2	0.84 8	0.86 2
	排名	2	3	1

注：其中字母指代同地区不同时间数据；数据来源于中国人民银行官网及各地政府公布。

易发展上发挥了重要作用，在政策实施时需要重点关注数字货币贸易使用过程中的风险与挑战。同时，纵向比较不同地区间的灰色关联系数值可以发现，部分地区系数值差异较大，这可能与各地政府的监管制度、数字货币关注度不同等有关，从而造成数字人民币使用规则和使用路径的“等级差异”。不同的规则路径不利于保护消费者及中小微企业隐私安全，不同地区数字人民币使用范围的扩大也对当地的监管水平提出挑战。而横向分析同一地区不同时间下的试点情况可以从长沙、重庆、金华出发。三个地区的试点间隔时长虽存在差异，但地区内三个比较序列的灰色关联系数值差异都较小。这说明经济发展水平、数字货币政策环境等主要影响灰色关联系数值大小而对其稳定性影响较小，地区内因时间因素造成的数字货币技术成熟度差异等也不影响数字人民币在贸易往来中的使用，其发展仍保持着较稳定的积极态势，整体上数据波动不大，即数字人民币使用过程中的数字经济环境、数字货币基础设施服务在帮助当地人民使用数字人民币系统时维持了稳健态势。

2.1.4 求解灰色关联度值

综合各点关联系数<sup>[22]</sup>，可得比较序列  $x_i$  与参考序列  $x_0$  之间的关联度  $\gamma(x_0, x_i) = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \gamma(x_0(k), x_i(k))$ 。关联度在 0.35–0.65 之间则比较序列与参考序列的关联强度为中相关，0.65 以上则比较序列与参考序列的关联强度为强相关。故利用表 1 的关联系数，采用关联度公式，计算三个比较序列与参考序列的关联度。

表 1 关联度分析显示，数字人民币交易笔数、个人钱包和对公钱包与数字人民币交易金额的关联度都为强相关，说明数字人民币的使用频率及范围深刻影响了经济往来，消费者对数字人民币钱包的使用及企业在数字人民币钱包上的应用一定程度上将促进商贸往来，推动经济发展。由此，数字人民币的使用特性及设计特点深刻影响中国贸易发展，以交易笔数代表的数字人民币总体使用规模相较于以个人钱包代表的消费者用户、以对公钱包代表的中小微企业、以交易金额代表的商贸水平的关联度更高，需要高度重视国家政策环境在数字人民币国际运行中发挥的贸易作用，同时考虑消费者及企业在数字人民币运行中面临的

风险及挑战。

同时,从三个比较序列的数据差异结果来看:第一,不同地区间个人钱包的使用情况存在一定差距,说明消费者群体和社会供给环境存在差异,数字技术成为保护用户信息、满足市场需求、完善数字基础设施服务的关键;第二,不同地区间对公钱包的设置存在一定不同,说明数字人民币使用路径和法律法规制度仍未有效统一,明确的监管制度成为引导企业发展的重要举措;第三,不同地区间交易笔数存在数量差异,说明数字人民币使用范围的辐射程度有所不同,易造成当地金融市场的不稳定和数字货币竞争压力。故在 AHP 模型构建时可以从消费者、中小微企业和国家政策环境三个维度进一步分析数字人民币对中国贸易发展的影响因素关联度,从而对数字人民币发展目标提出改善建议。

## 2.2 层次分析法

本文利用灰色关联度值对 AHP 模型进行辅助打分,利用 AHP 模型分析不同影响因素下数字人民币与中国贸易发展的关联性,从而比较要素指标在贸易发展中的作用,使计算结果兼具主观性和科学性,保证分析尽可能合理化。

### 2.2.1 选取指标

截至 2021 年,我国对数字人民币的定位主要集中于零售型 CBDC,即短期内数字人民币对外发展也多会定位于跨境零售领域。在贸易发展的评价体系中,一个国家的对外贸易发展水平主要取决于产品竞争力、市场供求关系、各国进出口贸易政策或限制、国家总体经济实力<sup>[23]</sup>。综合来看,市场供求关系与消费者选择息息相关,产品竞争力依赖于企业发展,贸易政策方向、国家经济实力则与国家政策环境的好坏紧密联系。进一步分析可知,在贸易发展进程中,消费者作为市场活动的主体,企业作为提供商品服务的消费客体,与国家政策环境能够形成一个较灵活的行业体系。同时,在跨境零售领域,中小微企业相比于其他大型企业,在数字人民币贸易使用中的影响更大。故评价体系可以将消费者、中小微企业、国家政策环境设定为一级指标,结合数字人民币特点分析三个一级指标如何在数字货币使用中影响中国贸易发展,从而形成二级指标对研究主题进行深度分析。

结合表 1 的灰色关联度值分析结果可知:消费者群体个人需求偏好和社会供给环境影响消费者对数字人民币的使用,而数字人民币电子支付成本低廉、流转服务费用免费等都能降低产品价格使消费者从供给端提升购买能力,因此将消费者需求偏好、产品价格、社会供给条件作为一级指标  $A_1$  下的二级指标较为合适;中小微企业作为我国实体经济的主力军,企业融资状况影响跨境贸易进出口意愿,企业成本直接决定营利能力及市场定位,竞争优势可培养企业市场竞争力,数字人民币钱包设计可以帮助改善三者情况从而使中小微企业在国际市场占领先机获得跨境贸易优势,因此将融资状况、企业成本、竞争优势作为一级指标  $A_2$  下的二级指标较为合适;数字人民币使用路径不明确、使用范围不断扩大、法律法规体制不完善使得中国的监管环境、金融市场稳定性及国际数字货币压力受到影响,不利于本国产业发展及贸易合作,因此将市场规模、产业结构、贸易制度作为一级指标  $A_3$  下的二级指标较为合适。具体指标设定见表 2。

表 2 数字人民币对中国贸易发展的影响因素评价指标体系

一级指标	二级指标	补充说明
消费者 ( $A_1$ )	消费者需求偏好 ( $A_{11}$ )	需求偏好影响消费群体
	产品价格 ( $A_{12}$ )	产品价格影响消费者选择
	社会供给条件 ( $A_{13}$ )	社会供给条件影响消费者跨境贸易便利程度
中小微企业 ( $A_2$ )	融资状况 ( $A_{21}$ )	融资状况影响企业资金周转
	企业成本 ( $A_{22}$ )	企业成本影响企业收支变化
	竞争优势 ( $A_{23}$ )	竞争优势可细分产品差异
国家政策环境 ( $A_3$ )	市场规模 ( $A_{31}$ )	市场规模影响金融市场稳定性
	产业结构 ( $A_{32}$ )	产业结构影响数字化产业发展
	贸易制度 ( $A_{33}$ )	贸易制度影响技术和法律监管条件

## 2.2.2 构造判断矩阵

在 AHP 模型中需要对各个指标进行互相打分从而确定指标体系的权重值大小, 同时通过一致性检验确保指标体系打分不存在逻辑错误。因此, 首先构建判断矩阵标度, 由专家判断各影响因素间的重要标度范围, 对于确定判断矩阵结果十分重要。例如, 比较三个一级指标对中国贸易发展的影响力, 认为  $A_3$  比  $A_1$  的影响力稍强则选择标度 3, 同时在判断矩阵结果选择时填写 3。其次, 根据判断矩阵结果可计算出权重值、特征向量及最大特征根等, 进行一致性检验, 最终确定 AHP 层次分析结果是否可靠。

### (1) 判断矩阵的标度及定义

确定标度, 即通过影响因素间两两比较得出合适的标度, 从而得出判断矩阵计算权重值。AHP 模型中一般采用 1—9 的标度对影响因素进行度量。

### (2) 构造对比矩阵

专家通过两两因素对比可得出判断矩阵结果 (表 3), 基于判断矩阵结果计算研究因素的权重值大小及相关最大特征根的公式为:

①按行元素求积, 再求  $\frac{1}{n}$  次幂:  $\bar{W}_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}}$ ,  $i, j=1, 2, \dots, n$ ;

②将  $\bar{W}_i$  归一化, 即排序权向量, 记为  $W$ , 则  $W=(W_1, W_2, \dots, W_n)^T$  为所求特征向量, 也是判断矩阵的层次单

排序的结果:  $W_i = \frac{\bar{W}_i}{\sum_{j=1}^n \bar{W}_j}$ , 其中  $\sum_{j=1}^n \bar{W}_j = \bar{W}_1 + \bar{W}_2 + \dots + \bar{W}_i$ ;

③判断矩阵最大特征根:  $\lambda_{\max} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{(AW)_i}{W_i}$ , 其中  $A$  为判断矩阵。

表 3 判断矩阵结果

一级指标	$A_1$	$A_2$	$A_3$	$A_1$ 二级指标	$A_{11}$	$A_{12}$	$A_{13}$
$A_1$	1	2	1/4	$A_{11}$	1	3	4
$A_2$	1/2	1	1/5	$A_{12}$	1/3	1	3
$A_3$	4	5	1	$A_{13}$	1/4	1/3	1
$A_2$ 二级指标	$A_{21}$	$A_{22}$	$A_{23}$	$A_3$ 二级指标	$A_{31}$	$A_{32}$	$A_{33}$
$A_{21}$	1	3	4	$A_{31}$	1	1/2	1/4
$A_{22}$	1/3	1	2	$A_{32}$	2	1	1/3
$A_{23}$	1/4	1/2	1	$A_{33}$	4	3	1

## 2.2.3 一致性检验

指标打分主观性较强, 容易出现逻辑错误, 通过一致性检验可避免错误结论。一致性指标 (consistency index, CI) 使用随机一致性指标 (random index, RI), CI 越小说明一致性越大, CI 为 0 则具有完全一致性,  $p_{CI} = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ 。当一致性比率 (consistent ratio, CR, 为 CI 与 RI 的比值) 小于 0.1 时, 认为不一致程度在容许范围之内, 有满意的一致性, 即结果通过一致性检验。

## 2.2.4 结果分析

经过上述公式可计算出各种指标数据从而对影响因素间的权重值进行判断排序, 并得出一致性检验结果, 最终情况汇总如表 4 所示。12 个指标的 CR 值均小于 0.1, 通过一致性检验, 即数字人民币多个因素都能影响中国贸易发展。在一级指标中国国家政策环境 ( $A_3$ ) 的权重值最大, 其次是消费者 ( $A_1$ ) 和中小微企业 ( $A_2$ ),

表 4 AHP 层次分析结果

指标	权重值	特征向量	最大特征根	CI	RI	CR
$A_1$	19.981	0.794				
$A_2$	11.685	0.464	3.025	0.012	0.525	0.023
$A_3$	68.334	2.714				
$A_{11}$	61.441	2.289				
$A_{12}$	26.837	1.000	3.074	0.037	0.525	0.070
$A_{13}$	11.722	0.437				
$A_{21}$	62.501	2.289				
$A_{22}$	23.849	0.874	3.018	0.009	0.525	0.017
$A_{23}$	13.650	0.500				
$A_{31}$	13.650	0.500				
$A_{32}$	23.849	0.874	3.018	0.009	0.525	0.017
$A_{33}$	62.501	2.289				

即国家政策环境在数字人民币作用下与中国的贸易发展关联度最高。在二级指标中消费者需求偏好( $A_{11}$ )、融资状况( $A_{21}$ )、贸易制度( $A_{33}$ )分别在其对应层次下权重值最大,关联度也更高。对应 $A_{11}$ — $A_{33}$ 权重值结果,在消费者层面,消费者需求偏好和社会供给条件的不对等可能造成商品质量和供给服务差异;在中小微企业层面,中小微企业融资状况、企业成本、竞争优势影响中小微企业跨境贸易积极性;在国家政策环境层面,数字人民币使用范围和使用群体的不断扩大及贸易制度的国际化差异影响中国数字金融稳定性。这些因素使中国贸易效率、产品贸易量、贸易环境等也发生一定变化,从而产生了一系列问题。故分析数字人民币在跨境流动使用过程中的问题时,要重点关注国家贸易制度、产业结构和市场规模对贸易发展的影响,同时重视企业融资状况和消费者需求偏好等对贸易进出口量的影响。

### 3 结论与讨论

数字人民币在中国贸易发展中的主要影响因素为消费者、中小微企业和国家政策环境,三者可以通过各种手段改善数字人民币运营环境和实施条件从而影响中国贸易发展。灰色关联分析表明,消费者供需条件影响数字人民币用户隐私安全,数字人民币使用路径和法律法规建设影响中小微企业发展,数字货币使用规模影响国际金融稳定及出口竞争优势。AHP模型表明,消费者需求偏好等极大影响消费者选择,需要加强数字人民币技术研发以顺应消费者对个人隐私安全的需求偏好;企业融资状况等影响中小微企业创新发展,需要加强数字人民币监管力度以提升消费者、银行对中小微企业的信任;国家贸易制度等影响国家贸易整体布局,需要加强数字货币国际合作以减轻数字货币贸易出口竞争压力。

因此,将AHP-灰色关联分析评价法结果与数字人民币贸易发展中的实际问题相联系,需要注意如下问题。

(1) 数字人民币对消费者隐私安全及消费者供需条件要求较高,安全保障和技术应用有待加强。模型结果显示,消费群体的需求偏好和社会金融基础设施条件等影响消费者选择。而数字人民币在交易过程中均采取信息“小额匿名,大额可追溯”原则,这种方式有助于吸引海外消费者使用数字人民币,也使数字技术成为了数字货币跨境流通的关键。一旦数字人民币系统受到威胁,消费者信息安全不得保障,我国国际贸易影响力将严重受损,进出口贸易量也会有所减少。此外,数字人民币钱包如何设计推广从而吸引消费者使用、数字人民币如何建设金融基础设施服务以支持多样化的跨境支付应用场景等问题都与我国数字人民币供给服务条件息息相关,影响着中国贸易出口。

(2) 数字人民币的法律法规、监管体系不够完善,影响中小微企业的跨境贸易积极性。众多中小微企



业在拓展海外业务时都面临着融资问题,数字人民币虽然可以通过减小银行放贷风险以缓解企业融资问题,但在鼓励银行放贷方面,国家对数字人民币基础性法律条款的补充不足。中小微企业与企业主个人的资产信息未在国家部门的监管体系中准确同步,企业主个人可以钻制度的“空子”,也容易导致违法犯罪行为的产生。不明确的数字货币法规体制不仅会加剧传统金融环境下的企业融资困境,而且不利于银行响应“国家鼓励实体经济发展”的号召。因此,如何围绕数字货币体系提升监管水平使中小微企业在良好的数字经济环境下增加跨境贸易自信心,成为中小微企业发展进出口贸易产业的瓶颈。

(3) 数字人民币国家政策环境的改变加大中国金融市场的不稳定性,国际数字货币竞争压力较大。数字人民币作为法定数字货币,与中国的贸易经济发展紧密联系。各国货币政策和监管方式的不同、数字人民币跨境贸易市场规模的扩大等深刻影响着中国国际贸易消费群体和进出口量状况。当数字人民币使用范围不断扩大至海外市场后,以美国为首的发达国家因跨境支付体系主导地位受到威胁,可能会阻碍数字人民币国际贸易结算方式的优化发展,加大中国金融市场的不稳定性,影响中国的贸易发展速度。

针对上述问题提出建议如下。

(1) 加强数字人民币技术研发,保护用户信息。大数据交易环境下,贸易过程受数字技术制约从而影响了交易速度、交易成本、交易条件等。数字人民币的运行依靠数字技术,其交易效率更加受技术水平制约。消费者使用数字人民币,不仅对其交易效率、应用场景提出要求,也对交易数据的安全性、隐私性提出要求。一方面,数字人民币跨境使用意味着用户群体数量及范围的扩大,中国需要持续稳定跨境贸易交易过程,其数据管理难度和监管力度大大增强,庞大的交易数据对于系统的承载能力及数据处理能力提出挑战。数字人民币作为法定数字货币,需要不断增强数字技术水平,吸引更多技术人才完善数字货币系统,支撑数据链运营,严控消费者数据安全。只有加强技术研发,才能在国际数字货币市场占据更多话语权,保护本国的货币主权,防止被以美国为首的发达国家控制的 SWIFT 系统损害中国利益。另一方面,加强数字人民币技术研发需要丰富数字人民币应用场景,通过创新运营场景吸引海外消费者使用数字人民币。海外消费者在中国跨境贸易市场上的多次消费有利于培养消费者的使用习惯,使海外投资者对中国的出口市场保持利好态度,扩大对中国企业的投资力度,进一步促进中国贸易经济发展。

(2) 完善法律法规,提升监管力度。数字技术发展推动新型数字诈骗骗局产生,数字人民币在促进跨境支付体系发展的同时易面临新的风险挑战。一方面,数字人民币“小额匿名,大额可追溯”不仅保护了消费者的隐私权而且便于国家整体调控宏观经济,帮助监管违法犯罪行为;另一方面,数字人民币的匿名性和可控性使犯罪活动的支付和清算过程简单化,政府部门难以迅速察觉不明资金来源及具体流向,监控管理难度增大。首先,我国在法律形式上需明确规定数字人民币的交易原则,通过有效的法律条文规范数字人民币运营全流程,保证用户数据隐私安全,防止违法犯罪分子利用消费者数据进行违法犯罪活动,损害社会公众利益甚至国家的国际名誉;其次,相关部门组织可以组建数字人民币监管中心,对 DC/EP 数据进行日常维护,合理合法监督企业的跨境贸易交易行为,在严格的监管体制下运用“看不见的手”对市场秩序进行稳定疏导,减少跨国犯罪行为的产生;最后,有效利用数字人民币的可控性特征,在防范企业违法犯罪行为的同时鼓励企业创新使用数字人民币,开放新的应用场景,帮助企业接受跨境投资,提升企业市场竞争力,在国家引导下推动中小微企业发展,提升实体经济水平,营造良好的贸易环境。

(3) 明确数字人民币定位,争取国际合作。由于商品优势,中国的贸易出口量大,容易引发竞争冲突并在国际贸易中遭受反倾销指控。数字人民币的跨境推广在促进中国对外贸易继续发展的同时,也进一步威胁其他国家的跨境出口贸易,加深了海外媒体对中国数字人民币的警惕误解<sup>[15]</sup>。第一,我国应明确数字人民币定位,积极与外国政府交涉,强调数字人民币发行在保护国家货币主权、顺应时代数字化转型发展上的意义,介绍数字人民币作为零售型 CBDC 的发行目的,减少外界媒体在对外贸易竞争环境中引发的数字人民币错误观点及不良舆论;第二,争取与周边国家合作进行数字人民币试点工作,在充分尊重双方货币主权、依法合规的基础上参与数字货币跨境试点项目,同时继续积极参与金融稳定理事会、国际清算银行、国际货币基金组织、世界银行等国际组织的多边交流,在研讨法定数字货币前沿议题时帮助共同构建新型数字货币体系<sup>[1]</sup>,制止美国等发达国家在国际货币规则上形成独霸地位,创造对中国数字人民币发展有利的局面;第三,吸取其他国家数字货币试点经验,在学习其他国家数字货币运营模式、设计原则、监管要



求等基础上,结合本国国情设计出符合中国特色社会主义发展趋势又顺应国际市场潮流的法定数字货币体系,并在周边小范围地区先行试点,科学评估数字人民币跨境支付的可行性,在各地各部门配合下进行风险管控。

### 参考文献

- [1] 中国人民银行. 中国数字人民币的研发进展白皮书 [EB/OL]. (2021-07-16)[2022-10-22]. <http://www.gov.cn/xinwen/2021-07/16/5625569/files/e944faf39ea34d46a256c2095fefaab.pdf>.
- [2] 中国人民银行. 2021 年金融统计数据新闻发布会文字实录 [EB/OL]. (2022-01-18)[2022-10-26]. <http://www.pbc.gov.cn/goutong/jiaoliu/113456/113469/4451702/index.html>.
- [3] 郭四维, 张明昂, 王庆, 等. 新常态下的“外贸新引擎”: 我国跨境电子商务发展与传统外贸转型升级 [J]. 经济学家, 2018(8): 42-49.
- [4] 张乐, 王淑敏. 法定数字货币: 重构跨境支付体系及中国因应 [J]. 财经问题研究, 2021(7): 66-73.
- [5] 保建云. 主权数字货币、金融科技创新与国际货币体系改革: 兼论数字人民币发行、流通及国际化 [J]. 人民论坛·学术前沿, 2020(2): 24-35.
- [6] CHAUM D. Blind Signatures for Untraceable Payments [M]. New York: Plenum Press, 1983.
- [7] 戚聿东, 褚席. 国际私人数字货币对中国经济的影响与应对之策 [J]. 财经问题研究, 2021(2): 53-61.
- [8] 赵忠秀, 刘恒. 数字货币、贸易结算创新与国际货币体系改善 [J]. 经济与管理评论, 2021, 37(3): 44-57.
- [9] 彭绪庶. 央行数字货币: 发行动因与原则遵循 [J]. 经济学家, 2021(10): 51-60.
- [10] 彭鸽, 崔平. 数字经济背景下数字人民币的发展价值、困境与路径探析 [J]. 理论月刊, 2022(7): 60-67.
- [11] 庄雷, 赵成国. 区块链技术创新下数字货币的演化研究: 理论与框架 [J]. 经济学家, 2017(5): 76-83.
- [12] 刘凯, 李育, 郭明旭. 主要经济体央行数字货币的研发进展及其对经济系统的影响研究: 一个文献综述 [J]. 国际金融研究, 2021(6): 13-22.
- [13] 石建勋, 刘宇. 法定数字人民币对人民币国际化战略的意义及对策 [J]. 新疆师范大学学报(哲学社会科学版), 2021, 42(4): 136-144.
- [14] 刘晓欣. 数字人民币的主要特征及影响分析 [J]. 人民论坛, 2020(26): 86-91.
- [15] 李志鹏, 邓暄, 向倩. 数字人民币探索构建新型跨境支付体系的思考 [J]. 国际贸易, 2021(12): 84-92.
- [16] 包宏. 美联储发行央行数字货币的基本概况、政策挑战以及对数字人民币的启示 [J]. 经济学家, 2022(6): 119-128.
- [17] 刘思峰. 灰色系统理论及其应用 [M]. 9 版. 北京: 科学出版社, 2021.
- [18] 胡明礼. 灰色系统理论在可持续发展研究中的应用综述 [J]. 南京航空航天大学学报(社会科学版), 2022, 24(4): 19-31.
- [19] 范中原, 刘长喜. 上海文化产业及贸易发展影响因素的灰色关联度分析 [J]. 资源开发与市场, 2012, 28(6): 504-507.
- [20] 周化如, 吕晓刚, 郝海荣, 等. 不同数据变换方法对灰色关联度分析结果的影响 [J]. 种子科技, 2005(5): 280-283.
- [21] SONG Q B, SHEPPERDM. Predicting software project effort: A grey relational analysis based method [J]. Expert Systems with Applications, 2011, 38(6): 7302-7316.
- [22] 付雅芳, 杨任农, 刘晓东, 等. 基于灰色关联分析的软件工作量估算方法 [J]. 系统工程与电子技术, 2012, 34(11): 2384-2389.