

甘肃省数字经济发展水平测度及预测

杨丽娟, 韩娟霞

(兰州大学 经济学院, 兰州 730100)

摘要:从数字基础设施、数字化应用、数字化变革以及数字创新能力 4 个维度构建甘肃省数字经济发展水平综合评价指标体系,采用熵值法确定指标权重,对 2015—2020 年甘肃省数字经济发展水平进行综合评价。采用灰色关联度分析数字经济和各子系统之间的关联性,并建立灰色预测模型 GM(1,1)对甘肃省数字经济未来发展趋势进行预测。结果表明:甘肃省数字经济发展水平呈逐年上升趋势,但存在各子系统发展不平衡问题;数字化应用是甘肃省数字经济发展的主要推动力,数字化创新对数字经济的贡献度较低,是现阶段甘肃省数字经济发展的主要短板。

关键词:数字经济;综合评价指标体系;熵值法;灰色关联度;灰色预测;甘肃省

中图分类号:F49 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2023)06-0079-08

数字经济作为继农业经济和工业经济之后新兴的经济形式,在近年来迅速增长。数字经济的出现是人类历史上继工业革命后最伟大的一次变革,它改变了个人、企业和社会之间的传统关系,人类社会开始进入数字化生产的新发展阶段。随着大数据时代数据分析和数字指令的大量普及,数据使用强度不断提高,新的人工智能和机器人工程也开始得到广泛应用,新一代信息技术飞速发展,云计算、互联网、区块链等信息化产业与经济社会各个领域高度融合。这些数字技术正在迅速扩散并且发挥越来越强的支撑作用,不断为社会经济的发展和进步注入新的力量。毫无疑问,数字经济在各领域的重要性越来越突出,特别是新冠肺炎疫情爆发以来,以大数据、人工智能等为代表的新兴技术在疫情防控、药物研发、物资调配、远程办公等方面发挥了不可或缺的作用,在促进企业复工复产、维持社会经济稳定以及拉动国家经济增长方面也起到重要作用。

近年来,中国的数字经济呈现出欣欣向荣的发展态势。数字经济的出现和广泛普及为推动经济高质量发展创造了条件,数字化应用开始融入创新、协调、绿色、共享的发展之中,成为中国经济高质量发展的主要推动力。习近平总书记曾在国际数字经济博览会贺信中指出,数字经济的快速发展带来了人类生产生活方式的转变,同时对全球

的经济发展、治理体系以及社会文明产生了深远的影响,强调中国高度重视数字经济发展,在新发展理念的指引下,以推动经济高质量发展为目标,积极促进传统产业数字化转型并实现与实体经济的融合发展。与此同时,党中央、国务院等政府部门也开始关注数字经济的发展动态,各级政府工作报告越来越倾向于鼓励发展数字经济。自 2017 年以来,数字经济被四度写入中国政府工作报告,在“十四五”规划中单列篇章重点规划数字经济的发展,2020 年 4 月更是将数据作为继劳动、资本、土地、技术后的第 5 个关键生产要素写入文件,强调加快培育数据要素市场。毋庸置疑,数字经济将会成为中国经济转型过程中新一轮经济增长的方向和突破口。

为有效实施国家基本战略,抓住数字经济发展机遇,甘肃省积极出台数字经济发展规划,依托自身优势不断推动物联网、云计算、区块链、AI 等新型技术与实体经济的融合发展,抢占数字经济建设高地,在数字经济增长和产业培育方面取得了一定的成就。全市(州)实现主城区第五代移动通信全覆盖,兰州建成西北第二大信息通信网络枢纽,互联网出省宽带达到 14.8 T,实现与北京、西安等核心节点城市以及西宁、拉萨等重点城市的网络直联^[1]。尽管甘肃省在数字经济发展及产业培育等方面取得了一定成绩,但与发达地区相比,仍存在不少问

收稿日期:2022-11-03

作者简介:杨丽娟(1980—),女,甘肃玉门人,兰州大学经济学院,副教授,博士,研究方向为国际贸易与区域经济发展;韩娟霞(1999—),女,甘肃甘南人,兰州大学经济学院,硕士研究生,研究方向为西方经济学。

题。一是数据信息产业发展仍然处于起步阶段,产业规模较小,产业配套能力较弱;二是数据平台单一且薄弱,数据停留在存储阶段,多数省内企业停留在信息化融合初期;三是数字应用水平不高,尚未形成规模化的大型数据中心,数字经济发展仍面临不少挑战。分析数字经济发展水平,发现数字经济发展中的制约因素,对甘肃省数字经济健康有序的发展起着重要的作用。

1 文献综述

1.1 数字经济内涵

数字经济萌芽于20世纪90年代。1995年美国学者“数字经济学之父”泰普斯科特在其著作《数字经济—互联网智力时代的承诺和风险》中首次提出“数字经济”这一概念,指出数字经济是基于人类智力联网的新经济,互联网和电子商务会对其带来重要影响,但并未对数字经济进行明确的概念界定。随后,各国政府开始重视数字经济,美国商务部公布了《浮现中的数字经济》研究报告,在政府层面正式提出数字经济,自此数字经济开始走入大众视野。进入21世纪,各国开始纷纷涌入数字经济研究热潮,从各个层面不断发展和完善数字经济的内涵。

经济合作与发展组织(OECD)将数字经济视为数字技术的综合代表,认为数字经济是在社会经济领域发生持续性数字化转型并由数字技术驱动的包括大数据、物联网、人工智能以及区块链的生态系统^[2]。美国经济分析局(BEA)借鉴OECD对数字经济内涵的界定从商业运行角度解释数字经济,认为数字经济包括数字化基础设施、电子商务和数字媒介3个领域^[3]。冯兴元和陈亚坤^[4]认为数字经济是由数字经济的硬核部分、数字与信息技术产业、经济中其他部门的数字化部分以及社会生活和政府治理的数字化部分所叠加的部分组成。刘军等^[5]认为数字经济是一种将数字信息技术作为核心要素,将互联网的发展作为支撑,通过提供数字化产品和服务使生产者和消费者进行数字交易的新经济形态。焦帅涛和孙秋碧^[6]将数字经济创新性的定义为,数字经济是基于数字化基础、数字化应用、数字化创新以及数字化变革并随着数字技术不断创新的一种经济形态。吕小明等^[7]认为可以从包括信息化和互联网的数字基础、数字产业本身以及新型数字技术产业数字化过程3个维度来考察衡量数字经济的内涵。

数字经济开始成为社会共识,口径渐宽,更加符合现代经济的发展需求,但是尚未形成对数字经

济内涵的一致界定。2016年G20杭州峰会发布了《二十国集团数字经济发展与合作倡议》,各国就数字经济内涵达成共识,提出数字经济是以使用数字化的知识和信息作为关键生产要素、以现代信息网络作为重要载体、以信息通信技术的有效使用作为效率提升和经济结构优化的重要推动力的一系列经济活动^[8]。自此,数字经济的定义在国内被各级政府、学术界、产业界广泛采用。

1.2 数字经济测度

进入21世纪,各国及国际组织就数字经济的测度展开了持续性探究,考察相关文献,在衡量数字经济规模方面已经取得了一系列成就。就统计测度方法来看,既有研究大体有3种思路:一是基于增值法测度数字经济规模,即通过对数字经济进行相关行业范围的界定,直接测度数字经济行业增加值来衡量数字经济发展规模;二是通过指数法衡量数字经济水平,即通过构建多维度评价指标体系编制数字经济发展指数来测算数字经济发展情况;三是卫星账户法,即通过编制数字经济卫星账户体系,以灵活的账户结构来展现数字经济发展有关情况。比较来看,增值法运用单一的总量指标难以揭示和反映数字经济具体发展状况。同时,数字经济卫星账户体系的编制尚处于理论阶段,距离实际应用还存在行业界定,而建立综合评价指标体系可以从多个维度反映数字经济发展质量问题,从不同侧面衡量数字经济发展水平,因此大部分研究通过编制数字经济发展指数来刻画数字经济规模。

徐清源等^[9]对比评述了国内外12种数字经济相关指标体系,指出了各指标体系的优缺点及参考意义,在此基础上提出中国运用对比法测度数字经济发展指数的政策建议。王娟娟和余干军^[10]立足既有研究,基于2015—2019年中国省际面板数据从数字基础、数字产业和数字环境3个维度构建数字经济发展综合指标体系,分析中国各省份数字经济发展情况以及区域发展差异。李林汉等^[11]从互联网普及率、信息产业从业情况、数字产业产出、移动通信电话普及率及数字普惠金融发展5个方面选取指标,采用2011—2020年中国31个省(区、市)的相关数据,测算出中国各省区市的数字经济水平,在此基础上运用灰色关联度、耦合协调度和空间关联度实证研究了中国数字经济与实体经济的联动发展情况。徐军委和刘志华^[12]采用2011—2017年中国30个省区市的相关数据对数字经济和绿色经济发展水平进行评价,运用面板向量自回归模型对二

者之间的协同互动关系进行了实证研究。连港慧^[13]等基于杭州 G20 峰会对数字经济的定义结合模糊集合思想从投入和产出两个维度构建数字经济发展评价指标体系,通过应用投影追踪模型、基尼系数和引力模型等测度 2013—2019 年 19 个国家级城市群数字经济发展水平,对其整体区域差异及空间格局进行了考察。王彦杰等^[14]采用 2015—2019 年省际面板数据,从数字产品制造、数字产品服务、数字技术应用、数字基础保障和数字化效率提升 5 个层面构建数字经济综合指标体系,采用障碍度模型分析了中国数字经济发展的障碍因子。范合君等^[15]在梳理标杆城市数字经济构成要素的基础上,从数字经济基础设施建设、数字经济影响力以及数字经济创新力 3 个维度选取 15 个指标构建全球标杆城市数字经济综合评价指标体系,运用最新数据借助专家打分法进行赋权,对全球 33 个标杆城市的数字经济水平进行综合评价,分析北京市数字经济发展位势。

综上所述,各专家学者从各个维度对数字经济的内涵及其统计测度进行了持续探讨,为后续深入研究数字经济打下了坚实的路基。但即有研究对数字经济发展指数的编制对象尚局限于整个国家或某片重点区域,缺乏对某一地区数字经济发展水平的考察,尤其是对落后地区数字经济发展水平测度的研究更是铢两分寸。基于此,本文对甘肃省数字经济发展水平进行测度,从多个维度构建综合评价指标体系测度数字经济发展指数分析甘肃省数字经济发展演进过程,结合实证分析结果,针对性的提出甘肃省发展数字经济的对策建议,为有效促进甘肃省数字经济健康发展提供参考。

2 甘肃省数字经济发展指数的测算

2.1 构建指标体系

数字经济作为一个涉及信息经济、知识经济、智慧经济与智能经济等众多方面的综合性概念,难以用单一的指标来衡量,须构建一个多维度的综合评价指标体系进行测度。本文借鉴焦帅涛和孙秋碧^[6]对数字经济的定义,认为数字经济是基于数字化基础、数字化应用、数字化创新以及数字化变革并随着数字技术不断创新的一种经济形态,依托现实数据的可获取性、可比性、准确性、可操作性等原则,从数字基础设施、数字化应用、数字化变革以及数字创新能力 4 个方面选取相关指标构建综合评价指标体系来衡量甘肃省数字经济的发展状况。

为客观选取数字基础设施、数字化应用、数字

创新能力以及数字化变革 4 个维度的二级指标,减少因根据经验选取而带来的信息冗余、指标重复等问题,基于徐清源等^[9]总结的 7 种国内数字经济相关指标体系,采用数据驱动的模糊集合思想,根据隶属度函数确定体系中的核心指标。具体步骤如下:

1)建立总指标库,将 7 种数字经济相关指标体系中的各级指标进行同义词转换处理,整理成含有 52 个指标的总指标库。

2)建立隶属度函数。

$$f(x_i) = \frac{x_i}{7}, i = 1, 2, \dots, 52 \tag{1}$$

式中:用 $f(x_i)$ 作为隶属度函数, x_i 表示第 i 项指标出现的次数, $f(x_i)$ 表示第 i 项指标在各个指标体系中出现的频率,若一项指标在 7 个指标体系中均出现,则 $f(x_i) = 1$,即隶属度函数的取值为(0,1)。

3)筛选核心指标。根据隶属度函数的偏态分布确定出现频率较高的核心指标,将 $f(x_i) \geq 0.3$ 作为选取标准,剔除隶属度小于 0.3 的指标,即剔除局用移动电话普及率、网站数、电子商务规模等 38 个指标,保留邮路总长度、移动电话交换机容量等 14 个指标。入选的指标均为正向指标,见表 1。

表 1 甘肃省数字经济综合指标体系

目标指标	一级指标	二级指标	单位	属性
甘肃省数字经济发展水平指标体系	数字基础设施	邮路总长度	km	+
		移动电话交换机容量	万户	+
		域名数	万个	+
		长途光缆	万个	+
	数字化应用	移动电话普及率	户/人	+
		电信业务指数	万元/人	+
		移动互联网普及率	户/人	+
		数字化业务总量	亿元	+
	数字创新能力	技术市场成交额	万元	+
		R&D 经费占 GDP 比例	%	+
		R&D 人员数量	人年	+
	数字化变革	软件业务收入/GDP	%	+
		电子商务销售额/GDP	%	+
		电子商务采购额/GDP	%	+

2.2 指标测算方法

目前学术界对经济项目的综合评价方法一般包括主观赋权法、客观赋权法和主客观赋权法 3 类。主观赋权法以层次分析法和模糊综合评价法为主,在实际操作过程中往往以决策者的主观意图来确定权重大小,容易受到主观人为的影响。客观赋权法则以指标的原始数据为基础进行赋权,相比于主观赋权法可消除主观人为的干扰,使测度结果更加

科学合理,如因子分析、数据包络分析和熵值法等。其中熵值法操作简单、便于计算,因此选用熵值法确定甘肃省数字经济发展水平 4 个子系统以及各二级指标的权重,其基本原理是根据各项指标所提供的信息大小来确定权重,权重越大的指标认为对评价体系的影响力越大。具体步骤如下:

1)对各指标进行无量纲标准化处理。上述 14 个指标来源于不同的途径,其数量级和量纲均存在不同程度的差异,将这些指标正规化处理之后才能保证各指标值的可比性和实用性。

$$Z_{ij} = \frac{X_{ij} - \min(X_{ij})}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})}$$

(2)

式中: t 为时间; j 为指标; X_{ij} 为各指标的原始值; $\max(X_{ij})$ 和 $\min(X_{ij})$ 分别为所有年份中第 j 项指标的最大值和最小值; Z_{ij} 为经过标准化后的指标值。

2)计算第 j 项指标的比重。

$$P_{ij} = \frac{Z_{ij}}{\sum_{i=1}^T Z_{ij}}$$

(3)

3)计算第 j 项指标的熵值。

$$E_j = -\frac{1}{\ln T} \sum_{i=1}^T P_{ij} \ln P_{ij}$$

(4)

4)计算第 j 项指标的差异系数,差异系数越大,表示该指标对数字经济所起的作用越大。

$$G_j = 1 - E_j$$

(5)

5)给指标赋权,计算权重。

$$W_j = \frac{G_j}{\sum_{j=1}^n G_j}$$

(6)

6)通过权数和标准化的数值计算经济发展指数。

$$F_t = \sum_{j=1}^n W_j Z_{ij}$$

(7)

式中: F_t 为第 t 年的数字经济发展指数, F_t 越大表明数字经济发展水平越高。

2.3 数据来源

为全方位分析甘肃省数字经济发展相关情况,选取时间序列数据进行评价。一方面,自 2015 年起,中国开始普遍重视数字经济的发展并出台一系列相关政策,数字技术体系开始运用于实践;另一方面,本文构建的指标体系中移动互联网普及率等数据从 2015 年开始统计,基于这两方面考虑,将研究起始时间确定为 2015 年。选取 2015—2020 年甘肃省的相关数据进行研究,数据来源于国家统计局

官网和 2016—2021 年的《中国统计年鉴》《甘肃省统计年鉴》。

2.4 测算结果及分析

基于熵值法可以计算出 2015—2020 年甘肃省数字经济各级指标的信息熵、差异系数和各指标所占的权重。计算结果见表 2。

表 2 甘肃省数字经济各指标平均贡献权重

一级指标 (权重)	二级指标	信息 熵值	信息效 用值	权重/%
数字基础设施 (30.61%)	邮路总长度	0.822	0.178	6.132
	移动电话交换机容量	0.801	0.199	6.854
	域名数	0.672	0.328	11.3
	长途光缆	0.816	0.184	6.326
数字化应用 (31.75%)	移动电话普及率	0.826	0.174	5.99
	电信业务指数	0.698	0.302	10.389
	移动互联网普及率	0.856	0.144	4.96
	数字化业务总量	0.697	0.303	10.42
数字创新能力 (24.24%)	技术市场成交额	0.823	0.177	6.084
	R&D 人员当量	0.734	0.266	9.167
	R&D 经费占 GDP 的比例	0.739	0.261	8.996
数字化变革 (13.38%)	软件业务收入/GDP	0.894	0.106	3.634
	电子商务销售额/GDP	0.826	0.174	5.991
	电子商务采购额/GDP	0.891	0.109	3.756

从一级指标来看,数字基础设施和数字化应用的权重分别为 30.61%和 31.75%,在整体上占据重要地位,而数字创新能力和数字化变革的权重较低,这说明数字基础设施和数字化应用对甘肃省数字经济发展水平的影响相对较大,对数字经济起着主要推动作用,数字化变革和数字化创新影响相对较小,对数字经济的推动作用并不明显。

从二级指标来看,域名数、电信业务指数、数字化业务总量等指标的权重最大,均超过了 10%,而电子商务采购额占 GDP 的比重、软件业务收入占 GDP 的比重等指标的权重则较小,低于 4%,说明甘肃省电子商务和软件业务发展相对缓慢,对数字经济发展所起的作用微乎其微。

利用各指标标准化数据和所占权重计算出甘肃省 2015—2020 年的数字经济发展水平以及各子系统中数字基础设施、数字化应用、数字创新能力以及数字化变革的综合得分情况,具体结果见表 3。

从表 3 可以看出,甘肃省数字经济发展水平呈现稳定增长的态势,其指数从 2015 年的 0.244 4 上升至 2020 年的 0.776 8,综合指数年均增长率高达 21.26%,尤其在 2016—2019 年发展迅猛,年均增长率达到 28.05%,这主要与甘肃省积极响应国家号

召高度重视数字技术发展紧密相关。“十三五”期间甘肃省发布了《甘肃省数据信息产业发展专项行动计划》《关于进一步支持 5G 通信网络建设发展意见》《甘肃省数据赋能智慧行动计划(2020—2025)》《关于加快全省智慧旅游建设的意见》以及《甘肃省数字经济创新发展试验区建设方案》等一系列支持数字经济发展的政策方案,探索推出“东数西算”工程,助力了甘肃省数字经济发展更上一层楼。在此期间数字经济发展取得了丰硕的成果,建成兰州工业互联网识别分析二级节点基础平台,并通过了区块链服务网站发展联盟的入网要求,成为区块链服务网站发展联盟的节点城市^[16],建成移动甘肃旅游平台,形成了以大数据为中心,包含智能旅游管理系统、服务系统、营销系统,智能旅游支持云、功能云、内容云的智能旅游系统^[17]等。

表 3 2015—2020 年甘肃省数字经济发展水平测度结果

年份	数字经济发展指数	数字基础设施指数	数字化应用指数	数字创新能力指数	数字化变革指数
2015	0.244 4	0.079 7	0.032 0	0.726 0	0.232 1
2016	0.253 0	0.089 8	0.069 4	0.770 9	0.097 3
2017	0.351 5	0.281 9	0.266 5	0.387 4	0.658 7
2018	0.515 1	0.626 5	0.566 9	0.160 3	0.808 1
2019	0.680 3	0.831 3	0.808 6	0.225 2	0.877 1
2020	0.776 8	0.899 2	0.996 2	0.321 3	0.821 6

从各个子系统看,数字基础设施、数字化应用和数字化变革指数均呈现不同程度的上升趋势,其中数字化应用增长最快,年均增长率为 77.36%,对数字经济贡献最大,数字基础设施和数字化变革增长相对缓慢,数字化创新甚至出现了负增长,2016—2018 年呈下降趋势,2018 年后开始上升,整体得分较低。说明,研究期间甘肃省数字经济虽稳定增长,但存在发展不协调问题,与数字化应用相比,数字基础设施、数字化变革和数字化创新推动数字经济发展的动能不足,只有夯实数字基础设施、加快数字变革速度、提高数字创新能力实现与数字化应用齐头并进、协调发展才能促进数字经济更快更好的成长。从图 1 可以更直观地看出这一变化趋势。

3 甘肃省数字经济发展水平预测

3.1 灰色关联度

为进一步揭示甘肃省数字经济发展水平受 4 个子系统的影响,运用灰色关联分析法借助 STATA 软件计算出数字经济发展综合指数与数字基础设施指数、数字化应用指数、数字化变革指数以及数

字创新能力指数之间的关联度(表 4),关联度较大的指标认为对数字经济发展有较大的影响,是影响数字经济发展的主要因素。

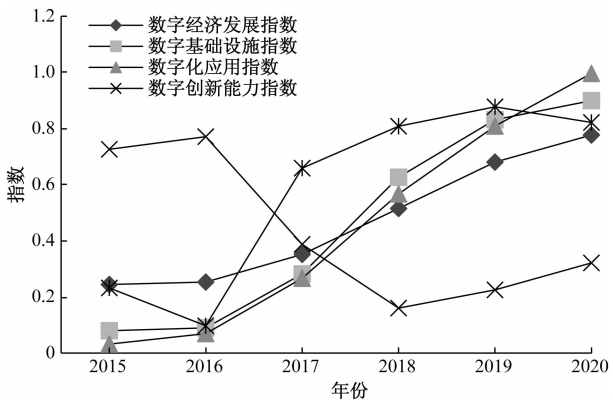


图 1 2015—2020 年甘肃省数字经济发展指数和分类指数

表 4 甘肃省数字经济指数与分类指数相对关联度

指标	关联度	排名
数字化应用指数	0.802	1
数字基础设施指数	0.76	2
数字化变革指数	0.73	3
数字创新能力指数	0.504	4

从结果来看,数字经济发展指数与各分类指数之间的关联度分布在 0.504~0.802,相对关联度从高到低排名为:数字化应用指数>数字基础设施指数>数字化变革指数>数字创新能力指数。数字化应用是影响数字经济发展的主要因素,其次是数字化基础和数字化变革指数,数字化创新对数字经济的影响力最小。数字经济与数字化应用之间的关联度高达 0.802,与数字化基础之间的关联度达到 0.76,说明数字化应用和数字基础设施是目前甘肃省数字经济发展的主要推动力,而数字化创新与数字经济的关联度只有 0.504,说明数字化创新是甘肃省现阶段数字经济发展的主要短板,这是因为目前甘肃省科技创新投入较低、区域创新体系还不完善、高水平复合型人才匮乏、政府支持数字创新力度不够等从而导致科技创新能力支持数字经济发展的动能不足,需要以科技创新投入和人才培养为重点,不断激发甘肃省数字技术创新活力。

3.2 灰色预测

灰色预测是一种对含有不确定性因素、数据完整性和可靠性较低的系统进行短期预测的方法,灰色预测通过关联分析利用微分方程来充分挖掘数据的本质,从而预测事物未来发展变化趋势,模型所需数据量少,精确度高,适用于甘肃省数字经济

发展指数的预测。以 2015—2020 年甘肃省数字经济发展综合指数作为原始数据序列,构建 GM(1,1) 灰色预测模型。

设原始灰色数据为 x^0 , 对其做一次累加生成处理得到 x^1 , 其中

$$x^1_k = \sum_{i=1}^k x^0_i \tag{8}$$

令 y^1 为 x^1 的相邻均值生成的序列, 其中

$$y^1_k = \frac{x^1_k + x^1_{k-1}}{2} \tag{9}$$

则 GM(1,1)灰微分方程模型为

$$x^0_k + \alpha y^1_k = \beta \tag{10}$$

式中: α 为发展系数; β 为灰色作用量。

借助 SPSSPRO 软件进行模型检验与分析, 结果见表 5。

表 5 级比检验结果

年份	原始值	级比值	平移转换后序列值	平移转换后级比值
2015	0.244	—	1.244	—
2016	0.253	0.966	1.253	0.993
2017	0.352	0.720	1.352	0.927
2018	0.515	0.682	1.515	0.892
2019	0.680	0.757	1.680	0.902
2020	0.777	0.876	1.777	0.946

表 5 展示了序列值和级比值。若所有的级比值都位于区间 $(e^{-\frac{2}{n+1}}, e^{\frac{2}{n+1}})$ 内, 说明数据适合构建 GM(1,1)模型, 若不通过级比检验, 则对序列进行“平移转换”, 从而使得平移转换后的序列满足级比检验。从表 5 可以得到, 对数据进行平移转换后所有的级比值均位于区间 $(0.717, 1.396)$ 内, 表明平移转换后的数据满足构建灰色预测模型的要求。

表 6 展示了灰色预测模型的拟合结果。相对误差值越小越好, 一般情况下小于 20% 即说明模型拟合良好。从表 6 可以看出, 该模型所有预测值与原始值的相对误差偏小, 均小于 20%, 说明该模型的拟合效果较好。后验差比 C 值用于模型精度等级检验, 后验差比值越小, 灰色预测精度越高, 一般 C 值小于 0.35 表明模型精度等级好, 上述模型后验差比 C 值为 0.01, 模型精度等级非常好, 意味着上述 GM(1,1)模型对甘肃省数字经济发展指数的拟合是符合标准的。运用该模型对甘肃省 2021—2023 年的数字经济发展状况进行短期预测, 预测结果如表 7、图 2 所示。

表 6 数字经济发展指数模型拟合结果

年份	原始值	预测值	残差	相对误差/%
2015	0.244	0.244	0	0
2016	0.253	0.253	0	0.074
2017	0.352	0.372	-0.02	5.805
2018	0.515	0.502	0.013	2.556
2019	0.68	0.644	0.036	5.305
2020	0.777	0.8	-0.023	2.987
后验差比 C 值	0.01			

表 7 数字经济发展指数模型预测结果

年份	预测值
2021	0.971
2022	1.157
2023	1.362

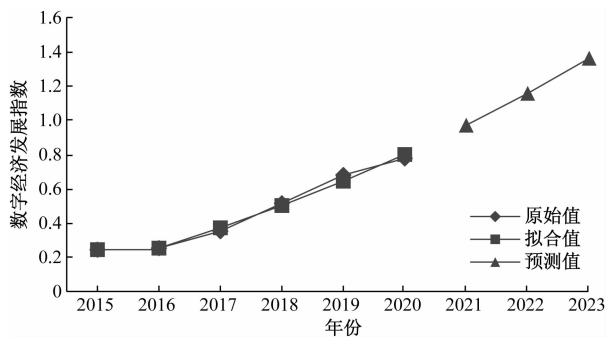


图 2 模型预测拟合图

从图 2、表 7 可以看出, GM(1,1)预测模型的拟合值与甘肃省数字经济发展指数的真实值变化趋势高度一致, 说明该模型拟合效果较好, 对甘肃省 2021—2023 年数字经济发展水平的预测结果具有一定的借鉴意义。《甘肃省“十四五”数字经济创新发展规划》指出, 甘肃省将抢抓“一带一路”建设机遇, 将继续加大“数字丝绸之路”建设力度, 推动与沿线国家和地区的数字经济合作, 加快数字技术和基础设施、贸易、金融、产业、科教文卫等领域融合发展, 实现“一年显成效、三年上台阶、五年树标杆”的发展目标^[18]。从预测结果来看, 甘肃省 2021—2023 年数字经济发展指数迅速增长, 基本符合《甘肃省“十四五”数字经济创新发展规划》的预期。

4 结论与建议

在构建多维度数字经济发展综合评价指标体系的基础上, 借助熵值法编制数字经济发展指数来刻画甘肃省数字经济发展相关情况, 采用灰色关联度对甘肃省数字经济与各因素之间的关联度进行了分析, 并构建灰色预测模型对甘肃省数字经济发展水平进行了短期预测, 得到以下结论:

1) 研究期间甘肃省数字经济发展水平具有稳步上升的趋势, 其综合指数从 2015 年的 0.244 4 上

升至2020年的0.7768,年均增长率达到21.26%,分指数中数字化应用、数字基础设施和数字化变革指数也呈现出不同程度的上升态势,数字化应用增长最快,数字化变革和数字基础设施增长相对缓慢,数字化创新指数波动较大,整体得分较低,说明目前甘肃省数字经济的快速发展主要集中于应用端,基础端和创新端的能力很薄弱。

2)从数字经济与各个子系统的关联度来看,数字化应用与数字经济的关联度最高,对数字经济的影响最为显著,其次是数字化基础和数字化变革,数字化创新对数字经济的影响相对较小,说明数字化应用和数字基础设施是现阶段甘肃省数字经济发展的主要推动力,而数字化创新则存在较大的提升空间,是目前甘肃省数字经济发展的主要障碍。

3)从模型预测结果来看,2021—2023年甘肃省数字经济发展水平快速上升,符合《甘肃省“十四五”数字经济创新发展规划》的要求。

随着传统产业的数字化转型升级,未来数字经济将成为世界经济的主流,数字经济的发展也是疫情时代经济增长的突破口。数字经济的发展不同于传统农业经济和工业经济的发展,需要数字基础设施作为基本保障,数字化应用作为主要支撑,依托数字化变革和数字化创新实现与实体经济的高度融合。只有数字基础设施、数字化应用、数字化变革、数字创新能力四者协调发展、齐头并进才能促进数字经济更快更好的发展。

通过研究发现,甘肃省数字经济虽稳定增长,但存在发展不协调问题。数字化应用增长最快对数字经济的贡献也最大,但数字化变革增长相对缓慢,数字创新能力甚至出现了负增长,对数字经济的贡献度更低,数字基础设施年均增长率达到49.7%,对数字经济贡献较大,但与数字化应用的增速77.36%相比,差距甚远。甘肃省数字经济发展不协调问题十分严重,数字基础设施、数字化变革以及数字创新能力拉动数字经济增长的动能远低于数字化应用,不利于甘肃省数字经济的健康可持续发展。充分发挥数字化应用的龙头作用,加快数字化变革速度、提升数字化创新能力、夯实数字基础设施建设,实现四者的协调发展、齐头并进是建设“数字甘肃”必须要解决的问题:

1)加强数字化应用引领作用。目前,数字化应用是促进甘肃省数字经济增长的主要动能,加强企业数字化应用对带动数字基础设施、数字化变革和数字化创新发展起着重要的作用,因此各

级政府应鼓励各行业数字化转型升级,通过制定包容性的数字经济扶持政策,引导各行各业加大数字经济投资,引进和培育高水平数字化企业,积极培养数字化专业人才,强化区域间数字化人才的良性流动。

2)加大数字基础设施建设。数字基础设施为甘肃省数字经济的稳步增长提供了稳定的物质基础,在一定程度上促进了数字经济的发展,但与数字化应用相比,数字基础设施对数字经济的带动作用并不明显。因此必须加大数字信息网络的覆盖度,加速第五代移动通信技术基站建设,实现全省城市、乡村、公路、园区等“5G”全覆盖;加速建设兰州国家级互联网骨干直联点,减少跨区域间信息绕转,重点加强城市之间、城乡之间以及行业之间的数字接入设施互联和信息网络共享,为甘肃省数字经济的发展提供强有力的支撑。

3)提高数字化创新能力。数字化创新能力不足是目前甘肃省数字经济发展的主要短板,要弥补这一短板,必须立足区域一体化发展需求,因地制宜的创新数字经济发展模式,甘肃省可以尝试走“数字+创新”的发展道路,依托数字技术突破区位限制,深入挖掘信息教育、互联网医疗、数字化农业等发展潜力,培育一批拥有自主知识产权、具有国际竞争优势并掌握核心技术的高成长创新型龙头企业。

4)加快推进数字化变革。越来越多的事实表明,数字化变革是未来经济增长的关键,目前甘肃省数字化变革对数字经济的带动作用并不十分明显。甘肃省应持续推进以互联网平台建设为媒介,驱动传统产业转型升级,分区域和行业制定数字化转型计划,加速全省数字化进程,同时鼓励企业与科研机构、高校等合作建立数字研发机构,积极开发新产品,以加快数字化变革速度。

参考文献

- [1] 向君.推动甘肃数字经济更好更快发展[N].甘肃日报,2022-05-20(08).
- [2] AHMAD N, RIBARSKY J. Towards a framework for measuring the digital economy[R]. Paris: Organisation for Economic Cooperation and Development, 2018: 3-13.
- [3] BAREFOOT K, CURTIS D, JOLLIFF W, et al. Defining and measuring the digital economy[R]. Washington: Bureau of Economic Analysis, 2018: 12-24.
- [4] 冯兴元,陈亚坤.数字经济有什么内涵、特点与作用[J].民主与科学,2020(6):43-46.
- [5] 刘军,杨渊璧,张三峰.中国数字经济测度与驱动因素研

究[J]. 上海经济研究, 2020(6):81-96.

[6] 焦帅涛,孙秋碧. 中国数字经济发展的测度及分析[J]. 福州大学学报(哲学社会科学版), 2021, 35(6):18-25.

[7] 吕小明,郑镔,黄森. 中国省域数字经济内涵及水平测度研究[J]. 科技和产业, 2022, 22(6):1-5.

[8] 二十国集团数字经济发展与合作倡议[EB/OL]. (2016-09-29)[2017-02-28]. http://www.cac.gov.cn/2016-09/29/c_1119648520.htm.

[9] 徐清源,单志广,马潮江. 国内外数字经济测度指标体系研究综述[J]. 调研世界, 2018(11):52-58.

[10] 王娟娟,余干军. 我国数字经济发展水平测度与区域比较[J]. 中国流通经济, 2021, 35(8):3-17.

[11] 李林汉,袁野,田卫民. 中国省域数字经济与实体经济耦合测度:基于灰色关联、耦合协调与空间关联网络的角度[J]. 工业技术经济, 2022, 41(8):27-35.

[12] 徐军委,刘志华. 我国省域数字经济与绿色经济测度及协同互动效应研究[EB/OL]. [2022-11-24]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/53.1193.F.20220726.1656.009.html>.

[13] 连港慧,徐嵩婷,汪文璞. 19 个国家级城市群数字经济发展水平测度及空间格局研究[EB/OL]. [2022-11-24]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1224.g3.20220725.2117.022.html>.

[14] 王彦杰,高启杰,杨瑞. 我国数字经济发展水平测度及障碍因子诊断研究[J]. 现代管理科学, 2022(3):135-144.

[15] 范合君,王书鹏,吴婷. 全球数字经济标杆城市评价与北京市发展位势研究[J]. 商业经济研究, 2022(16):165-169.

[16] 李明娟. 兰州正式成为区块链服务网络节点城市[N]. 甘肃经济日报, 2020-03-26(02).

[17] 秦娜. 甘肃省整体布局智慧旅游建设二〇二〇年实现“一部手机游甘肃”[N]. 甘肃日报, 2018-02-19(01).

[18] 甘肃省“十四五”数字经济创新发展规划[EB/OL]. (2021-09-21)[2021-09-26]. <http://www.gansu.gov.cn/gsszf/c100055/202109/1829632.shtml>.

The Measurement and Forecast of Digital Economy Development Level in Gansu Province

YANG Lijuan, HAN Juanxia

(School of Economics, Lanzhou University, Lanzhou 730100, China)

Abstract: The comprehensive evaluation index system of digital economy development level in Gansu Province is constructed from four dimensions of digital infrastructure, digital application, digital transformation and digital innovation ability. The index weight is determined by using the entropy method, the development level of digital economy in Gansu Province from 2015 to 2020 is evaluated. The relationship between the digital economy and its sub-systems is analyzed by using the grey relational grade, and establishes the grey forecasting model to forecast the future development trend of the digital economy Gansu Province. The results show that the development level of digital economy in Gansu Province is increasing year by year, but the development of each subsystem is unbalanced, and the digital application is the main driving force for the development of digital economy in Gansu Province. The contribution of digital innovation to digital economy is low, which is the main weakness of digital economy development in Gansu Province at present.

Keywords: digital economy; comprehensive evaluation index system; entropy method; grey correlation degree; grey forecast; Gansu Province