Statistics and Application 统计学与应用, 2024, 13(6), 2301-2312
Published Online December 2024 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/sa
https://doi.org/10.12677/sa.2024.136223

Hans汉斯

基于全球视角的中国数字经济研究

阳钦煜[1]，阳尧声[2]

[1]广东财经大学统计与数学学院，广东 广州
[2]广东工业大学数学与统计学院，广东 广州

收稿日期：2024年11月18日；录用日期：2024年12月14日；发布日期：2024年12月20日

摘　要

数字经济作为新兴的经济形态，已经成为世界经济增长的重要驱动力。本文分析了全球29个国家数字经济发展的现状和特点。构建8个指标，首先运用纵横向拉开档次法解析各国数字经济发展指数，随后运用σ收敛、β收敛和耦合协调度模型，探究全球数字经济的空间趋势与发展水平。最后的结果显示：全球数字经济化水平呈现出稳步上升的趋势，且差距在逐步缩小，国家间数字经济发展呈现出空间聚集性特征，发达国家与发展中国家经济协调程度相差较大。从各大洲角度看，国家间的数字经济化发展差距在增大，但依然保持上升趋势。

关键词

数字经济，纵横向拉开档次法，耦合协调度

Research on China’s Digital Economy Based on Global Perspective

Qinyu Yang[1], Yaosheng Yang[2]

[1]School of Statistics and Mathematics, Guangdong University of Finance and Economics, Guangzhou Guangdong
[2]School of Mathematics and Statistics, Guangdong University of Technology, Guangzhou Guangdong

Received: Nov. 18th, 2024; accepted: Dec. 14th, 2024; published: Dec. 20th, 2024

Abstract

As an emerging economic form, digital economy has become an important driving force for world economic growth. This paper analyzes the current situation and characteristics of digital economy development in 29 countries around the world. Eight indicators are constructed. First, the horizontal and vertical separation grade method is used to analyze the digital economy development index of various countries. Then, the spatial trend and development level of the global digital economy

文章引用: 阳钦煜, 阳尧声. 基于全球视角的中国数字经济研究[J]. 统计学与应用, 2024, 13(6): 2301-2312.
DOI: 10.12677/sa.2024.136223

are explored by using σ convergence, β convergence and coupling coordination degree models. The final results show that the level of global digital economy shows a trend of steady rise, and the gap is gradually narrowing, the development of digital economy among countries shows the characteristics of spatial clustering, and the degree of economic coordination between developed countries and developing countries is greatly different. From the perspective of each continent, the gap between countries in the development of digital economy is increasing, but it still maintains an upward trend.

Keywords

Digital Economy, Vertical and Horizontal Open Grade Method, Coupling Coordination Degree

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.
This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).
http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/
Open Access

1. 引言

数字经济在世界经济发展中起到的作用是多方面的。首先，它成为全球经济增长的主要动力，以其发展速度快于传统经济，极大地推动了经济的整体增长。数字经济通过创新的计算、通信技术等，实现了数据的高效处理、传输和存储，促进了数字产品和服务的全球价值链形成。其次，数字经济改变了经济的结构和形态，使数据成为与资本、劳动并重的关键生产要素，加速了产业数字化和数字产业化的进程。此外，数字经济还促进了国际经济竞争和合作的新格局，尽管面临全球化与碎片化的双重趋势，但其本质上增强了国家和地区间的相互依赖和协作机会。随着数字经济的不断发展和壮大，其影响力不断扩大，涉及到各个行业和领域。数字经济不仅改变了人们的生活方式，也重塑了商业形态和产业模式。在未来，数字经济的发展将继续深入推进，为人类社会的发展和进步带来更多的机遇和挑战。

2. 文献综述

20 世纪 90 年代，随着互联网的普及，人们开始意识到数字技术在经济领域的应用潜力。此时的研究主要集中在计算机科学和工程领域，探讨如何利用数字技术提高生产效率，首次出现是在美国学者唐•泰普斯科特(Don Tapscott)于 1996 年所著的《数字经济：网络智能时代的前景与风险》中，他担心隐私与安全问题会随着计算机的有无而呈现出来，数字经济的发展具有很大的不确定性[1]。然而，进入 21 世纪，对于数字经济的定义十分困难，原因在于技术的性质瞬息万变。随着企业和消费者采用新技术来执行任务和沟通，今天相关的东西可能明天就过时了。理想情况下，数字经济的定义应该允许它所包含的内容随着时间的推移而变化[2]。而对于数字经济的测量，Erik、Avinash (2019)认为不能单纯看 GDP 的贡献，大多数数字产品具有零价格，它们在 GDP 中贡献为零，导致其实际价值被低估，并且大部分人免费获得数字产品，这对数字经济的理解产生负面影响[3]。此外，数字经济在一定程度上降低了搜索、复制、运输、跟踪和核查的经济成本，这有助于我们理解数字经济活动的本质，以及数字和非数字环境之间的相互作用[4]。而从发达国家和发展中国家上看，Kolesnikov A. V, Zernova L.E (2020)认为在发达国家，数字技术的应用范围更广，涵盖了通讯系统、银行服务、信息搜索等多个领域，形成了较高的数字技术文化。而在发展中国家，这种文化正在逐渐形成。数字技术作为第四次工业革命的工具，包括移动设备、物联网平台、地理定位技术、智能传感器、大数据分析等多种工具，可以帮助实现价值链的数字化和整合、商品与服务的数字化、数字化的商业模式以及用户的访问[5]。

中国对于数字经济的报道最早可以追溯到1999年，在当时学者从狭义上将线上销售额与交易量作为评判数字经济发展的标准，中国处于数字经济研究的起步阶段[6]。进入21世纪，学者逐渐关注数字经济发展所面临的诸多难题，如高科技产业和专业人才的缺乏等[7]。还有学者在尝试通过数字产业部门总增加值和数字辅助活动创造的增加值逐步完善数字经济规模的测算方法[8]。2010年后，有关数字经济的研究开始逐渐增多，关会娟、许宪春(2020)根据OECD、BEA数字经济概念演进，将数字经济划分为数字设备制造、数字信息传输、数字技术服务、数字内容与媒体、互联网应用及相关服务5个大类，为后续学者对数字经济产业评价提供参考[9] (陈晓红、李杨扬，2022)。认为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、以数字技术创新驱动为核心，展现出海量信息呈现、便捷的信息搜索和获取、以数据驱动的经济社会发展模式等特征。其内涵包括数字化信息和互联网平台，涵盖了图像、文字、声音等可多次使用的信息，以及共享经济平台、电子商务平台等通过互联网形成的载物，并以此研究构建了一个包含“内涵特征－现实表现－核心理论－方法体系”的数字经济理论体系框架，深化了数字经济的内涵，同时为后续学者完善数字经济体系框架指明方向[10]。

在2017年首次提出高质量发展问题后，学者就数字经济促进经济高质量发展提出了自己的理论分析，从微观层面匹配供需关系，提高经济发展均衡度，从宏观层面，以索洛经济增长模型为基础，通过三条路径促进经济高质量发展[11]。李三希、黄卓(2022)认为数字经济自身的高质量发展，与实体经济的高质量融合，数据要素市场的高质量发展，从这三个层面，我们可以厘清数字经济助推经济高质量发展的内在逻辑和机制[12]。任保平、何厚聪(2022)认为给予政策支持，资金补充和人才教育，数字经济的发展可以通过提升供给体系质量与提高全要素生产率两方面为经济高质量发展助力[13]。

3. 研究方法

(1) 纵横向拉开档次法

参考郭亚军(2007) [14]的方法，在具体应用中，纵横向拉开档次法首先对评价对象的指标进行标准化处理，以消除量纲和单位的影响。本文中我们选择8个正向指标，运用最大最小标准化的方法对数据进行处理：

$$s_{ijt}=\frac{x_{ijt}-x_{jt_{\min}}}{x_{jt_{\max}}-x_{jt_{\min}}} \tag{1}$$

在公式(1)中，x_{ijt}和s_{ijt}分别表示在第t年第i个国家的第j个指标的原始值与标准值，$x_{jt_{\max}}$和$x_{jt_{\min}}$分别表示在第t年第j个指标的最大值和最小值。

然后，根据评价对象的特征，将指标分为不同的档次，每个档次都有一个相应的权重系数。在确定权重系数$\omega_k\left(k=1,2,3,\cdots,m\right)$时，会考虑到评价对象在不同指标上的平均得分和变异系数等因素，以尽可能体现各被评价对象之间的差异。我们取综合评价函数：

$$y_i\left(t_k\right)=\sum_{j=1}^{m}\omega_j s_{ij}\left(t_k\right) \tag{2}$$

对于n个评价对象$s_1,s_2,s_3,\cdots,s_n$，对原始数据进行标准化处理后，我们可以得到：

$$\sigma^2=\sum_{k=1}^{N}\sum_{i=1}^{n}\left(y_i\left(t_k\right)-\bar{y}\right)^2=\omega^T\sum_{k=1}^{N}H_k\omega=\omega^T H\omega \tag{3}$$

公式(3)中，$\omega=\left(\omega_1,\omega_2,\cdots,\omega_m\right)^T$，$H=\sum_{k=1}^{N}H_k$为$m*m$阶对称矩阵。

若限定$\omega^T\omega=1$,当取ω为矩阵H的最大特征值$\lambda_{\max}\left(H\right)$所对应的(标准)特征向量时，$\sigma^2$取最大值，

且有 $\max_{\omega=1}\omega^T H\omega=\lambda_{\max}(H)$。

(2) 莫兰指数

莫兰指数是研究空间关系的一种相关系数值，通常分为全局莫兰指数和局部莫兰指数。

全局莫兰指数是空间自相关性的一个度量，用于描述整个研究区域中所有空间单元之间的平均关联程度。其值域为[−1, 1]，正值表示空间正相关，即相似值聚集在一起，负值表示空间负相关，即不同值聚集在一起。当莫兰指数接近于 0 时，表示数据在空间上呈随机分布。其公式为：

$$I=\frac{n}{S_0}*\frac{\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}W_{ij}(x_i-\bar{x})(x_j-\bar{x})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2} \tag{4}$$

公式(4)中，$S_0=\sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{n}W_{ij}$ 表示所有空间权重的聚合，n 为空间单元的总个数，x_i 和 x_j 分别表示在地理单元 i 和 j 上的属性值，$\bar{x}$ 表示属性值的平均值，W_{ij} 表示地理单元 i 和 j 之间的空间权重值。本文在权重矩阵的选择上，参考高国伟(2010) [15]在控制了其他影响因素的前提下，国际直接投资与距离之间的负向关系确实存在这一观点，选择地理距离矩阵作为权重矩阵计算莫兰指数。

(3) 收敛模型

通过收敛性分析，我们可以发现数字经济发展的不平衡现象，即不同地区、不同时间段的数字经济发展存在差异。这有助于政策制定者针对不同地区、不同时间段制定差异化的政策，以促进数字经济的均衡发展。这里将从 σ 收敛和 β 收敛两种收敛形式来考察世界数字经济的收敛性。收敛模型的核心是观察数字经济的增长速度，根据收敛性的描述，随着时间的变化，数字经济指数呈现出上升趋势，但是增长的幅度越来越小，此时即呈现出收敛状态。

1. σ 收敛

σ 收敛可以定义为不同区域人均产出的变异性或差异性随时间呈现出下降趋势。这是一个整体的概念，在本文中，我们将其用来研究不同国家数字经济指数随时间变化呈现出的变异性和差异性，通过对研究整体范围内的数字经济指数的变异性的变化来考察收敛性：变异性越小，数字经济指数越趋于一致，此时就实现了 σ 收敛，其公式为：

$$\sigma_t=\sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left[\log(y_{it})-\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\log(y_{it})\right]^2} \tag{5}$$

公式(5)中，y_{it} 表示第 i 个国家在年份 t 的数字经济指数，σ_t 表示 n 个国家在第 t 时期的数字经济指数对数值的标准差。如果在年份 $t+T$ 满足 $\sigma_{t+T}<\sigma_t$，那我们就可以说在 T 时期内，这 n 个国家具有 σ 收敛，如果对于任意的年份 $T>t$,都有 $\sigma_T>\sigma_t$，那我们就说这 n 个国家具有一致 σ 收敛性。

2. β 收敛

β 收敛是因为其根据方程的回归系数 β 来实现的。Barro 和 Sala 通过考察美国各大洲经济增长的趋同模式，发现无论是对行业还是对国家总体的人均收入，贫穷州的产品往往比富裕州增长得更快。本文研究的重点是通过 Barro、Sala(1991) [16]文章构建检验回归方程并考察方程中用于检验国家数字经济指数增长的 β 收敛系数是否显著。参考刘明、王思文对于外文公式的理解，β 收敛模型的公式为：

$$\frac{1}{T-t}\log\left(\frac{y_{iT}}{y_{it}}\right)=\Psi-\left[\frac{1-e^{-\beta(T-t)}}{T-t}\right]\log(y_{it})+\mu_{it} \tag{6}$$

公式(6)中，下标 $i(i=1,2,\cdots,n)$ 为样本区域，t、T 分别表示研究样本时段内的期初和期末，$T-t$ 为时间跨

度，y_{it}、y_{iT}分别表示期初和期末第i个国家的数字经济指数，Ψ为常系数，参数β即为收敛速度，μ_{it}为模型满足经典假定的随机误差项。

(4) 耦合协调模型

在耦合协调模型中，通常涉及3个指标值的计算，分别是耦合度C值、协调指数T值和耦合协调度D值。这些指标值可以结合耦合协调度D值和协调等级划分标准，得出各项的耦合协调程度。耦合协调模型的公式为：

$$C=\left(\frac{\prod_{i=1}^{n}U_i}{\left(\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}U_i\right)^n}\right)^{\frac{1}{n}} \tag{7}$$

公式(7)中，U_i值表示第i个子系统的综合值，n表示子系统的个数。

本文利用耦合协调度模型来分析数字经济与中国经济高质量之间的协调关系。U_1和U_2分别表示各国的数字经济发展水平和经济高质量发展水平，我们将经济高质量发展水平用各国的人均生产总值来替代。

耦合协调度D公式为：

$$D=\sqrt{CT} \tag{8}$$

协调指数T值公式为：

$$T=\sum_{i=1}^{n}\omega_i U_i \tag{9}$$

公式(9)中，ω_i表示子系统的权重，这里我们考虑两个子系统数字经济与经济高质量发展的权重，$T=\omega_1U_1+\omega_2U_2$,考虑到数字经济与人均GDP(即经济高质量发展)在经济层面处于同等重要的地位，因此我们设置$\omega_1=\omega_2=0.5$。表1展示了不同的值所对应的协调类别，以判断当前地区的数字经发展协调度。

Table 1. The degree of coordination of system development
表1. 系统发展的协调程度

类别	范围	类别	范围
极度失调	[0, 0.1)	勉强协调	[0.5, 0.6)
严重失调	[0.1, 0.2)	初级协调	[0.6, 0.7)
中度失调	[0.2, 0.3)	中级协调	[0.7, 0.8)
轻度失调	[0.3, 0.4)	良好协调	[0.8, 0.9)
濒临失调	[0.4, 0.5)	优质协调	[0.9, 1]

4. 数据说明

本文研究的对象为2010年~2022年全球各大洲共29个国家的数字经济发展水平，本文所有数据均来源于世界银行数据库，由于部分国家数据存在缺失值的情况，因此本文使用插值法将缺失的数值补齐，另外考虑到许多国家的8个指标缺失值严重的情况，并且缺失值的填补可能使得最终结果偏差较大，因此本文选取各大洲数据较为齐全的3~6个国家，用于计算各国数字经济指数。

根据2021年国家发布的数字经济及其核心产业统计分类文件，将经济分为了五个大类，分别为数字产品制造业、数字产品服务业、数字技术应用业、数字要素驱动业、数字化效率提升业。表2是对数字

经济指标进行分类解释。

数字产品制造业是数字经济核心产业之一，主要是指利用数字技术制造产品的行业，包括但不限于电子产品、计算机硬件、软件等。这个行业的特点是高度技术密集型，需要不断的技术创新和升级才能保持竞争力。数字产品制造业的发展已经成为当今经济发展的重要趋势，也是推动数字经济发展的重要力量。因此本文选择信息和通信技术产品出口和高科技出口作为数字经济研究指标。

数字产品服务业，主要涉及数字产品的批发、零售、租赁和维修等环节。这包括在线零售商提供的数字产品交易服务，以及数字产品分发平台提供的服务。数字产品服务业的发展，使得消费者可以更方便地获取和交易数字产品，同时也为数字产品的创造者和提供者提供了更广阔的市场和机会。因此，本文选择信息和通信技术服务出口作为数字经济研究指标。

数字技术应用业是指利用数字技术对传统产业进行升级改造，使其实现数字化、网络化、智能化的过程。这个行业涉及到广泛的应用领域，包括但不限于数字化生产方式、数字化商业模式、数字化管理范式和数字化产品形式等。因此，本文选择每百万人安全互联网服务器和使用互联网的个人作为数字经济研究指标。

数字要素驱动业是指以数字技术和数据要素为核心的双轮驱动，使实体经济不断重构业务逻辑，创新价值模式，延伸产业链、供应链、价值链，变革应用场景，促进数字经济与实体经济深度融合发展。数字技术驱动数实融合，随着数字技术加速应用、下沉，与传统产业生产技术和模式的融合创新持续涌现，实体经济创新动力和发展空间不断提升和拓展。因此，本文选取研发支出作为数字经济研究指标。

数字化效率提升业主要涉及通过数字化技术和数据分析来优化业务流程、提高工作效率和服务质量。这个行业的应用范围非常广泛，包括但不限于智能制造、智慧物流、智能客服等。因此，本文选择移动蜂窝订阅和固定宽带订阅这两个指标。

Table 2. Digital economy index selection
表 2. 数字经济评价指标选取

一级指标	二级指标	单位
数字产品制造业	信息和通信技术产品出口	%
	高科技出口	美元
数字技术应用业	每百万人安全互联网服务器	万个
	使用互联网的个人	%
数字产品服务业	信息与通信技术服务出口	美元
数字化效率提升业	移动蜂窝订阅	%
	固定宽带订阅	%
数字要素驱动业	研发支出	%

5. 数字经济发展水平的评价

(1) 数字经济整体发展分析

表 3 展示了六大洲共 29 个国家从 2010 到 2022 年的数字经济指数以及它们的平均增长率。根据图表我们可以发现，全球的数字经济都表现出正向增长的趋势，从 2010 年的 0.311 增长到 2022 年的 0.524，年均增长率达到了 7.98%，其中增长率最高的五个国家是埃塞俄比亚、印度尼西亚、尼日利亚、巴拉圭和埃及共和国，增长率分别为 24.12%、17.90%、16.21%、16.02%和 13.26%，数字经济增长率较低的五个国家分别为加拿大、澳大利亚、日本、英国和德国。从各大洲的情况上看，非洲数字经济的平均增长率最

高，而欧洲的数字经济增长率最低，出现这种情况的原因在于，发达国家掌握了大部分的资源，它们的发展起步速度较快，随后以一定的速度逐步增长，而发展中国家数字经济起步较晚，且处于数字经济发展的初期，数字经济增长率也较快。

Table 3. Digital economy index by country, 2010~2022
表 3. 2010~2022 年各国数字经济指数

大洲	国家	2010	2012	2014	2016	2018	2020	2022	平均增长率
亚洲	中国	0.327	0.387	0.423	0.496	0.557	0.643	0.712	7.58%
	日本	0.638	0.654	0.709	0.718	0.719	0.745	0.762	2.06%
	新加坡	0.572	0.571	0.621	0.648	0.65	0.689	0.725	2.74%
	印度	0.087	0.102	0.108	0.119	0.133	0.227	0.271	11.17%
	沙特阿拉伯	0.234	0.296	0.364	0.434	0.506	0.516	0.538	9.71%
	哈萨克斯坦	0.152	0.291	0.322	0.356	0.373	0.403	0.439	11.69%
	印度尼西亚	0.054	0.067	0.082	0.122	0.182	0.244	0.302	17.90%
非洲	埃及共和国	0.111	0.139	0.182	0.221	0.253	0.375	0.397	13.26%
	尼日利亚	0.053	0.086	0.1	0.121	0.157	0.205	0.246	16.21%
	埃塞俄比亚	0.012	0.037	0.053	0.076	0.075	0.076	0.078	24.12%
	塞舌尔	0.203	0.247	0.268	0.307	0.459	0.494	0.563	10.69%
北美洲	美国	0.6	0.618	0.622	0.691	0.734	0.809	0.891	3.45%
	加拿大	0.587	0.605	0.626	0.653	0.68	0.688	0.705	1.85%
	墨西哥	0.223	0.257	0.272	0.339	0.331	0.405	0.457	8.31%
	巴拿马	0.208	0.207	0.227	0.279	0.325	0.354	0.378	7.05%
	哥斯达黎加	0.238	0.287	0.311	0.342	0.387	0.429	0.469	6.52%
南美洲	秘鲁	0.148	0.169	0.185	0.211	0.254	0.297	0.333	8.11%
	哥伦比亚	0.177	0.24	0.271	0.299	0.33	0.36	0.39	8.03%
	巴西	0.258	0.299	0.342	0.373	0.413	0.469	0.502	6.43%
	巴拉圭	0.08	0.122	0.178	0.225	0.276	0.329	0.361	16.02%
	阿根廷	0.252	0.311	0.358	0.387	0.423	0.463	0.504	6.65%
大洋洲	澳大利亚	0.562	0.565	0.59	0.607	0.642	0.677	0.679	2.01%
	新西兰	0.512	0.535	0.557	0.582	0.607	0.629	0.65	2.32%
	斐济	0.158	0.202	0.22	0.27	0.354	0.416	0.443	10.61%
欧洲	英国	0.594	0.617	0.652	0.678	0.679	0.703	0.717	2.08%
	德国	0.657	0.679	0.703	0.717	0.767	0.805	0.826	2.26%
	法国	0.614	0.653	0.681	0.676	0.701	0.737	0.756	2.53%
	意大利	0.395	0.411	0.42	0.455	0.526	0.531	0.566	4.39%
	俄罗斯联邦	0.308	0.386	0.421	0.442	0.483	0.514	0.547	5.63%
全球均值		0.311	0.346	0.375	0.408	0.448	0.491	0.524	7.98%

(2) 数字经济时空区域研究

如表 4 所示，全球数字经济发展的莫兰指数在[0.753~0.946]之间，并且从 p 值和 z 值我们可以发现他们都通过了显著性检验，这表明全球数字经济发展存在着正的空间相关性。随着时间的推移，全球数字经济聚集性逐渐减弱但仍然明显，这说明国家间数字经济发展逐渐由地区内联合转向全球多元化的发展。

Table 4. Moran index
表 4. 莫兰指数

年份	莫兰指数	随机 Z 检验值	随机 Z 检验 P 值	正态 Z 检验值	正态 Z 检验 p 值
2010	0.946	2.425	0.015	2.473	0.013
2011	0.941	2.414	0.016	2.460	0.014
2012	0.956	2.451	0.014	2.498	0.012
2013	0.929	2.386	0.017	2.431	0.015
2014	0.904	2.324	0.020	2.366	0.018
2015	0.842	2.171	0.030	2.211	0.027
2016	0.805	2.080	0.037	2.118	0.034
2017	0.763	1.978	0.048	2.012	0.044
2018	0.817	2.114	0.035	2.148	0.032
2019	0.753	1.960	0.050	1.987	0.047
2020	0.767	1.999	0.046	2.022	0.043
2021	0.782	2.041	0.041	2.060	0.039
2022	0.774	1.923	0.043	2.011	0.041

(3) 数字经济空间收敛研究

1. σ 收敛

表 5 向我们展示了全球以及各大洲的 σ 值。从 2010 年~2022 年，我们可以看到全球的数字经济发展指数逐年下降，说明全球数字经济呈现出一致收敛性的特点，表明全球的数字化水平差距在逐步缩小。具体到各大洲，2013 年亚洲的 σ 值要比 2012 年亚洲的 σ 值要大，在这一年内亚洲国家间的数字经济发展呈现出发散的趋势，但对比 2012 年，2014 年的 σ 值还是小于 2012 年的 σ 值，从总体上看，在 2013 年后，亚洲内国家间的数字经济发展呈现一致 σ 收敛性，整体上呈现出下降的趋势。非洲从 2010 年到 2016 年的 σ 值在逐步下降，但是从 2017 年开始，σ 值在不断攀升，数字经济没有 σ 收敛现象。北美洲的数字经济 σ 值在 2010 年~2022 年呈现下降趋势，存在一致 σ 收敛现象。南美洲在 2010 年~2022 年数字经济 σ 值呈现出下降趋势，且南美洲内国家数字经济发展差距相较于北美洲来说会更加小。大洋洲在 2012 年~2013 年的数字经济 σ 值出现了小幅度的上升态势，但在 2013 年后，σ 值下降趋势不变。欧洲的数字经济 σ 值在 2014 年和 2019 年都出现短暂回升后又再次下降的情况，但整体上看 σ 收敛态势是存在的。

Table 5. Global and continental σ convergence values from 2010 to 2022
表 5. 2010 年~2022 年全球及各大洲 σ 收敛值

年份	全球	亚洲	非洲	北美洲	南美洲	大洋洲	欧洲
2010	0.924	0.859	1.057	0.482	0.428	0.577	0.295

续表

2011	0.810	0.825	0.836	0.456	0.386	0.500	0.269
2012	0.745	0.790	0.696	0.454	0.357	0.473	0.242
2013	0.703	0.809	0.617	0.436	0.318	0.479	0.232
2014	0.682	0.770	0.614	0.426	0.296	0.452	0.235
2015	0.628	0.723	0.541	0.392	0.280	0.420	0.225
2016	0.603	0.690	0.539	0.373	0.250	0.372	0.212
2017	0.581	0.651	0.594	0.367	0.222	0.274	0.196
2018	0.561	0.606	0.663	0.355	0.206	0.268	0.178
2019	0.528	0.525	0.678	0.329	0.194	0.232	0.187
2020	0.501	0.453	0.718	0.322	0.183	0.214	0.181
2021	0.489	0.421	0.741	0.309	0.163	0.205	0.171
2022	0.479	0.392	0.753	0.301	0.148	0.198	0.165

2. β 收敛

Table 6. Global and continental β convergence values for each year period
表 6. 各年份段全球及各大洲 β 收敛值

时间段		2010~2012			2013~2015		
模型参数		B_0	B_1	β	B_0	B_1	β
全球	估计值	0.0483	0.9585	0.014	0.0357	0.9819	0.006
	Adj_R^2	0.982			0.993		
亚洲	估计值	0.0643	0.9291	0.024	0.0370	0.9945	0.002
	Adj_R^2	0.948			0.991		
非洲	估计值	0.0243	1.0861	−0.027	0.0197	1.0224	−0.007
	Adj_R^2	0.997			0.952		
北美洲	估计值	0.0312	0.9794	0.007	0.0454	0.9705	0.010
	Adj_R^2	0.989			0.993		
南美洲	估计值	0.0312	1.0767	−0.024	0.0326	1.0202	−0.006
	Adj_R^2	0.951			0.958		
大洋洲	估计值	0.0586	0.9141	0.030	0.0452	0.9454	0.019
	Adj_R^2	0.997			0.996		
欧洲	估计值	0.0851	0.9035	0.034	0.0143	1.0062	−0.002
	Adj_R^2	0.971			0.989		
时间段		2016~2018			2019~2022		
模型参数		B_0	B_1	β	B_0	B_1	β
全球	估计值	0.0503	0.9723	0.009	0.0592	0.9642	0.012
	Adj_R^2	0.975			0.981		

续表

亚洲	估计值	0.0515	0.9538	0.016	0.0882	0.9134	0.033
	Adj_R^2	0.981			0.975		
非洲	估计值	−0.0487	1.5708	-0.150	−0.0482	1.2212	−0.064
	Adj_R^2	0.946			0.993		
北美洲	估计值	0.0235	1.0155	−0.005	0.0280	1.0121	−0.004
	Adj_R^2	0.983			0.995		
南美洲	估计值	0.0564	0.9459	0.019	0.0625	0.9611	0.014
	Adj_R^2	0.992			0.992		
大洋洲	估计值	0.1277	0.8361	0.060	0.0621	0.9332	0.026
	Adj_R^2	0.996			0.996		
欧洲	估计值	0.1020	0.8915	0.038	0.0561	0.9641	0.015
	Adj_R^2	0.956			0.997		

表 6 向我们展示了全球及各大洲的β收敛值，通过B_1的估计值和β系数可以看出，全球的数字经济在不同的年份期中都呈现出收敛趋势，且数字经济在进入疫情时期也依旧保持着收敛的态势，这意味着数字经济发达的国家(也即中心区域)的发展速度低于边缘及外围的欠发达国家的发展速度，边缘及外围国家的数字经济发展对中心国家呈现出追赶趋势。从收敛速度上看，全球数字经济在 2010 年~2012 年间收敛速度最快，随后在 2013 年~2015 年间收敛速度放缓，从 0.014 到 0.006 的β值，在之后的 2016 年~2022 年又开始加快，β值达到 0.009 和 0.012。从各大洲的视角上看，亚洲在 2010 年~2021 年整个时间段内都呈现出β收敛趋势，从收敛速度上看，2010 年~2012 年的β值为 0.024，2013 年~2015 年的β值为 0.002，收敛速度下滑明显，但是到 2016 年~2018 年和 2019 年~2022 年期间，收敛速度又开始大幅上升，β值达到了 0.016 和 0.033。非洲在 2010 年~2021 年整个时间段内没有呈现出β收敛的态势，反而呈现出明显的β发散状态，在 2013 年~2015 年这个样本期内的发散状态相对较小，在其他时间段内发散程度较高，这意味着非洲数字经济发达的国家(也即中心区域)的发展速度高于边缘及外围的欠发达国家的发展速度，边缘及外围国家的数字经济发展对中心国家呈现出追赶疲软趋势。北美洲在 2010 年~2012 年和 2013 年~2015 年间呈现出β收敛，但是到了 2016 年~2018 年和 2019 年和 2022 年，北美洲呈现出β发散的趋势，但发散态势相对不明显，β值为−0.005 和−0.004。这表明北美洲数字经济在 2010 年~2015 年间呈现收敛状态，但在 2016 年~2022 年间呈现发散状态，但整体发散趋势在减弱，在未来可能会再次回到收敛状态。南美洲在 2010 年~2012 年和 2013 年~2015 年这两个样本期内呈现出β发散状态，β值分别为−0.024 和−0.006，但是到了 2016 年~2018 年和 2019 年~2022 年这两个样本期时，$\beta > 0$，南美洲的数字经济从β发散状态转变为了β收敛状态。大洋洲在 2010 年~2022 年整个时间段内都处于β收敛状态且收敛趋势明显。欧洲在大部分的样本期内处于β收敛状态，但是在 2013 年~2015 年间，β值为−0.002，呈现出发散状态，但是发散程度不明显。

(4) 数字经济协调度研究

表 7 向我们展示了全球和各大洲数字经济和经济高质量发展的协调度。从全球视角上看，数字经济与经济高质量发展长期处于勉强协调阶段，受到疫情的影响，在 2019 年~2022 年期间，全球数字经济和经济高质量发展的协调度呈现出较为明显的下降趋势，但总体上看还是呈现出波动上升的趋势。从各大洲视角上看，亚洲、非洲和北美洲整体呈现出稳定的上升趋势，南美洲和大洋洲从 2010 年~2017 年协调

度稳步上升，但是在2017年后出现了下滑，欧洲总体的协调度变化幅度不大，稳定在一个范围，且长期处于中级协调的范畴。按照各大洲协调度排名，从第1到第6分别为，欧洲，大洋洲，北美洲，亚洲，南美洲和非洲，这意味着各大洲间的差距依然明显，也从侧面说明各大洲间的数字经济资源不平衡，非洲和南美洲需要加强与各大洲的联系，促进贸易与信息技术交流，尽快完善自身发展的不足。

Table 7. Degree of economic coordination by continent, 2010~2022
表7. 2010年~2022年各大洲经济协调程度

年份	亚洲	非洲	北美洲	南美洲	大洋洲	欧洲	全球
2010	0.497	0.239	0.604	0.392	0.645	0.744	0.520
2011	0.507	0.246	0.595	0.404	0.649	0.736	0.523
2012	0.509	0.251	0.593	0.407	0.648	0.722	0.522
2013	0.516	0.266	0.601	0.420	0.657	0.732	0.532
2014	0.531	0.276	0.621	0.434	0.677	0.754	0.549
2015	0.541	0.285	0.640	0.436	0.678	0.741	0.554
2016	0.543	0.284	0.646	0.434	0.677	0.738	0.554
2017	0.552	0.279	0.649	0.448	0.691	0.743	0.560
2018	0.555	0.288	0.648	0.438	0.687	0.746	0.561
2019	0.564	0.301	0.661	0.435	0.691	0.747	0.566
2020	0.568	0.300	0.658	0.426	0.688	0.750	0.565
2021	0.567	0.296	0.650	0.427	0.676	0.741	0.560
2022	0.569	0.294	0.647	0.429	0.671	0.740	0.558

6. 总结

本文以数字经济高质量发展作为切入点，从数字产品制造业、数字产品服务业、数字技术应用业、数字要素驱动业、数字化效率提升业这五个大类中选择8个指标构建数字经济评价体系。运用定基功效系数法对原始数据进行标准化处理，运用纵横向拉开档次法测算了全球各大洲共29个国家的数字经济指数，并在此的基础上，进一步分析了数字经济指数的收敛性和发展协调性。主要结论如下：

1) 从总体上看，全球数字经济发展水平呈现出稳定上升的趋势，2010年~2022年全球数字经济指数从开始的0.311增长到0.524，从各大洲上看，数字经济欧洲发展最好，之后是北美洲、大洋洲、亚洲、南美洲，最后是非洲，但是数字经济增速却呈现出完全相反的态势。2) 全球数字经济指数存在绝对σ和β收敛，分大洲来看，虽然各大洲不存在绝对σ收敛，但是从总体上看存在σ和β收敛趋势。3) 全球经济协调度处于勉强协调水平，且这一水平在逐渐上升，欧洲，北美洲和大洋洲超过全球平均水平，而非洲和南美洲则差距较大。

通过以上结论，我们可以得到以下启示：

一、加快信息网络基础设施建设：推进5G和千兆光纤等技术的规模部署，优化网络架构，提升网络性能，确保信息传输安全。政府应布局卫星互联网，深化国际合作，构建高效、安全的数字信息基础设施。二、强化高质量数据要素供给：完善数据标准与规范，推动数据共享与开放，提升数据处理能力，确保数据安全与隐私保护，建立高效的数据交易机制，促进数字经济发展。三、增强关键技术创新能力：加大研发投入，支持深度研发，优化创新环境，培养高素质人才，加强国际合作与知识产权保护，推动

关键技术的创新。四、强化协同治理与监管机制：完善数字治理法规，强化跨部门协作，利用数字技术提升治理水平，建立大数据监管平台，促进良好数字生态的维护。五、增强网络安全防护能力：完善网络安全法规与标准，加大技术研发力度，提升公众网络安全意识，加强国际合作，维护网络安全。六、参与全球数字经济合作：积极参与国际数字经济治理，与各国共同制定规则，推动数字经济合作，鼓励企业深度合作，共同创新，贡献于全球数字经济的发展。

参考文献

[1] Tapscott, D. (1996) The Digital Economy: Promise and Peril in the Age of Networked Intelligence. McGraw-Hill, 160-190.

[2] Barefoot, K., Curtis, D., Jolliff, W., Nicholson, J.R. and Omohundro, R. (2018) Defining and Measuring the Digital Economy. Bureau of Economic Analysis.

[3] Brynjolfsson, E. and Collis, A. (2018) How Should We Measure the Digital Economy? *Harvard Business Review*.

[4] Goldfarb, A. and Tucker, C. (2019) Digital Economics. *Journal of Economic Literature*, **57**, 3-43. https://doi.org/10.1257/jel.20171452

[5] Kolesnikov, A.V. and Zernova, L.E. (2020) Global Trends of the Digital Economy Development. *Opcion*, **36**, 523-540.

[6] 汤菊香. 数字经济(Digital Economy)正阔步而来[J]. 上海企业, 1999(5): 36.

[7] 赵越. 对我国发展数字经济的思考[J]. 学术探索, 2002(3): 22-23.

[8] 康铁祥. 中国数字经济规模测算研究[J]. 当代财经, 2008(3): 118-121.

[9] 关会娟, 许宪春, 张美慧, 等. 中国数字经济产业统计分类问题研究[J]. 统计研究, 2020, 37(12): 3-16.

[10] 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, 13-16.

[11] 荆文君, 孙宝文. 数字经济促进经济高质量发展: 一个理论分析框架[J]. 经济学家, 2019(2): 66-73.

[12] 李三希, 黄卓. 数字经济与高质量发展: 机制与证据[J]. 经济学(季刊), 2022, 22(5): 1699-1716.

[13] 任保平, 何厚聪. 数字经济赋能高质量发展: 理论逻辑、路径选择与政策取向[J]. 财经科学, 2022(4): 61-75.

[14] 郭亚军. 综合评价理论、方法及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2007.

[15] 高国伟. 国家间的距离与国际直接投资[J]. 经济评论, 2010(5): 24-32.

[16] Barro, R.J., Sala-I-Martin, X., Blanchard, O.J. and Hall, R.E. (1991) Convergence across States and Regions. *Brookings Institution Press*, **1991**, 107-182. https://doi.org/10.2307/2534639