中国区域数字产业发展的测度与分析

李 言,毛丰付

(浙江工商大学 经济学院,浙江 杭州 310018)

摘 要:基于中国数字产业企业层面数据,将数字产业划分为数字硬件产业、数字软件产业和数字基础设施产业,利用泰尔指数分析数字产业发展的区域差异,并利用偏离度指数分析数字产业发展与经济规模之间的关系。研究表明:(1)从数字产业企业数量增长率看,数字产业发展处于快速增长阶段,数字基础设施产业发展速度最快,数字硬件产业发展速度最慢。(2)从数字产业发展泰尔指数测算结果看,地区内差异是导致数字产业发展区域差异的主因,数字硬件产业发展的区域差异有所扩大,而数字软件产业和数字基础设施产业发展的区域差异都有所缩小。(3)从数字产业发展偏离度指数测算结果看,东部地区数字硬件产业发展呈现领先式发展特点,西部地区则呈现追赶式发展特点;中部地区数字软件产业和数字基础设施产业发展呈现领先式发展特点,东部地区呈现追赶式发展特点。

关键词:区域数字产业发展;泰尔指数;偏离度指数

中图分类号:F49 **文献标识码**:A **文章编号**:1007-905X(2022)03-0068-11

一、引言

进入21世纪以来,世界经济正在加速向以网络信息技术产业为重要内容的经济活动转变,根据《中国数字经济发展白皮书(2021)》公布的数据,中国数字经济增加值规模已从2005年的2.6万亿元增加至2020年的39.2万亿元,占GDP比重也由2005年的14.2%提升到2019年的38.6%。从内部结构看,2020年数字产业化规模达到7.5万亿元,占数字经济的19.1%,产业数字化规模达到31.7万亿元,占数字经济的比重达80.9%①。

数字经济是一种继农业经济和工业经济之后更高级的经济形态[1],它以网络信息技术为基础,以数据为生产要素,通过数字技术与实体经济深度融合,不断提高经济社会的数字化、网络化、智能化水平,加速重构经济发展与治理模式,实现经济可持续发展[2]。现有研究大多关注整体视角,对数字经济核算范围进行界定,且偏向于宏观经济统计层面,并对其所产生的经济效应进行分析。许宪春和张美慧通过界定数字经济核算范围,构建核算框架对中国数字经济增加值和总产出等指标进行了测算[3]。戚聿东等选取互联网普及率、电话普及率、长途光缆线路长度、邮电业务总量作为互联网和电信业的代理指标,选取软件业务收入作为软件业的代理指标,选取快递业务收入、网上零售额、快递业务量作为电商零售业发展的代理指标,选取专利申请授权数、规模以上工业企业专利数作为科学技术业的代理指标,用以上10个代理指标共同衡量数字经济发展[4]。关于数字经济的经济效应,相关研究也

收稿日期:2021-12-26
基金项目:国家自然科学基金青年项目"人才型住房政策对城市劳动力配置效率的影响研究"(72004202);浙江省自然科学基金探索项目"城市轨道交通对劳动力配置效率的影响研究"(LQ21G030004)
作者简介:李言,男,博士,浙江工商大学经济学院副教授,主要从事区域经济学研究;毛丰付,男,博士,浙江工商大学经济学院教授,主要从事区域经济学研究。

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

从多个角度进行了分析，比如关注数字经济发展与经济增长[5-6]、经济效率[7-8]和产业结构升级[9-10]，多数研究肯定了数字经济发展有助于推动经济发展。

与现有研究不同，本文利用企业层面数据，从数字产业化视角切入，对数字硬件产业、数字软件产业和数字基础设施产业发展进行测算研究，尝试弥补现有研究的不足，为后续相关研究提供了新的分析视角。从相互联系的角度看，数字基础设施产业发展是数字硬件产业和数字软件产业发展的前提，数字硬件产业发展为数字软件产业发展提供设备支撑，数字软件产业发展是数字硬件产业实现价值创造的主要途径。除此之外，本文创新地基于微观企业活动，筛选出合适的企业样本，利用企业数量变动衡量中国数字产业发展水平，并结合泰尔指数和偏离度指数分析方法对各地区的数字产业发展水平进行分析，根据所得结论为数字产业发展提供政策建议。

二、研究设计

（一）数据处理

本文参考毛丰付和张帆（2021）的处理方式构建数字产业化发展指标，数据源于全国工商企业大数据，共进行了三个阶段的处理：第一阶段，首先根据《浙江省数字经济核心产业统计分类目录》整理出经营范围关键词，然后利用文本分析方法从工商注册企业中初步筛选出相关企业，最后根据企业名称和行业门类对初筛样本进行优化，共得到441万家企业，该阶段的数据主要来自企研数据科技。第二阶段，根据企业经纬度，使用百度地图API逆地理编码功能补充企业所在省、市、县（区）等信息，并利用企业名称、注册地址进行二次检验。第三阶段，剔除数据异常和缺失样本，然后从中筛选出地级及以上城市的数字经济企业，共得到439万家企业，以此作为本文的研究样本。将企业数据汇总到省级层面，具体得到数字经济企业总量和新增企业数量，利用新增企业数量与企业总量之比得到数字企业成长率。为了将产业异质性因素纳入分析框架，本文将数字产业划分为数字硬件产业（计算机通信和其他电子设备制造业、电子信息机电制造业和专用电子设备制造业）、数字软件产业（电信广播电视和卫星传输服务业、互联网及其相关服务业、软件和信息技术服务业、文化数字内容及其服务业）和数字基础设施产业。

（二）泰尔指数

借鉴聂长飞和简新华（2020）的处理方式，采用泰尔指数分解的方式将数字硬件产业、数字软件产业和数字基础设施产业发展的总体差异分解为地区内差异和地区间差异，并进一步分析三大地区数字产业发展的总体差异。具体公式为：

$$T=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(\frac{x_i}{ave_x}\times\ln\frac{x_i}{ave_x}\right) \tag{1}$$

$$T_j=\frac{1}{n_j}\sum_{i=1}^{n_j}\left(\frac{x_{ij}}{ave_x_j}\times\ln\frac{x_{ij}}{ave_x_j}\right) \tag{2}$$

$$T=T_w+T_b=\sum_{j=1}^{4}\left(\frac{n_j}{n}\times\frac{ave_x_j}{ave_x}\times T_j\right)+\sum_{j=1}^{4}\left(\frac{n_j}{n}\times\frac{ave_x_j}{ave_x}\times\ln\frac{ave_x_j}{ave_x}\right) \tag{3}$$

式（1）中，T表示数字产业成长率的总体差异泰尔指数，其大小介于[0，1]之间，该值越小，表明数字产业发展总体差异越小。式（2）中，T_j分别表示三大地区（j=1，2，3）的数字产业成长率的总体差异泰尔指数，i表示省份，n表示全国省份总数，n_j分别表示东部、中部和西部地区省份数量，x_i表示省份i的数字产业成长率加1，之所以加1主要是保证当成长率为负值或缺失值时，也能计算出泰尔指数，x_{ij}表示地区j内省份i的数字产业成长率加1，ave_x和ave_x_j分别表示全国数字产业成长率加1后的均值和地区j数字产业成长率加1后的均值。式（3）中，数字产业成长率的泰尔指数进一步分解为地区内差异泰尔指数T_w和地区间差异泰尔指数T_b。

借鉴李言等（2018）的处理方式，采用偏离度指数分析数字产业发展与经济规模之间的关系。具体公式为：

$$\begin{aligned}agg_x_j&=\sum_{i=I_j}\theta_i\times x_i\\&=ave_x_j-\sum_{i=I}(\theta_i-ave_\theta_j)\times(x_i-ave_x_j)\\&=ave_x_j-dev_x_j\end{aligned} \tag{4}$$

式（4）中，agg_x_j表示区域j内所有省份加权得到的数字产业成长率；θ_i为省份i的数字产业成长率加权变量，即总产出占比；x_i为省份i的数字产业成长率；ave_x_j表示区域j内所有省份的数字产业成长率均值；dev_x_j表示区域j的数字产业成长率偏离度指数。如果数字产业成长率偏离度指数大于0，意味着经济规模越大的省份，数字产业发展程度越高；如果偏离度指数小于0，意味着经济规模越大的

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

省份，数字产业发展程度越低。前一种情形可以看作具有领先式发展特点，后一种情形可以看作具有追赶式发展特点。

三、数字产业发展测算结果分析

（一）基本分析

本文主要从分省和分地区两个角度切入，结合中国互联网发展阶段，对不同阶段数字硬件产业和数字软件产业企业数量增长率的均值进行分析。其中，分地区主要是指东部、中部和西部三大地区[②]。

首先，分析数字硬件产业情形。根据表1，从整个时间段各省份数字硬件产业企业数量增长率均值的大小看，除了北京，其他省份的均值都大于10.00%，表明数字硬件产业处于快速发展阶段，其中，青海的均值最大，为18.50%，北京的均值最小，为7.20%。分时间段看，在互联网1.0时代，宁夏的均值最大，为20.77%，甘肃的均值最小，为11.17%，前者是后者的1.86倍；在互联网2.0时代，青海的均值最大，为20.68%，北京的均值最小，为7.25%，前者是后者的2.85倍，差异有所扩大；在互联网3.0时代，青海的均值最大，为17.51%，北京的均值最小，为3.54%，前者是后者的4.95倍，差异进一步扩大；在互联网4.0时代，西藏的均值最大，为29.74%，北京的均值最小，为1.32%，前者是后者的22.53倍，差异进一步扩大。从变动趋势来看，互联网2.0时代

表1　省域数字硬件产业企业数量增长率（%）

	1994—2018	1994—2000	2001—2008	2009—2014	2015—2018
北京	7.20	12.84	7.25	3.54	1.32
天津	10.85	11.38	12.20	9.30	9.77
河北	16.19	17.00	16.12	13.28	19.04
辽宁	11.15	14.66	11.23	7.78	9.03
上海	10.36	15.94	11.28	6.26	3.73
江苏	12.61	14.17	13.75	9.94	11.51
浙江	14.35	18.03	14.26	11.64	11.25
福建	13.79	15.00	14.18	11.26	14.50
山东	14.97	16.76	16.14	10.35	16.24
广东	14.50	14.93	15.85	11.94	15.09
海南	10.98	13.54	9.20	8.78	12.31
山西	14.90	15.48	14.89	13.04	16.55
吉林	13.24	13.05	16.64	9.27	13.59
黑龙江	11.63	13.72	12.83	7.31	11.80
安徽	15.86	15.18	17.97	13.18	17.54
河南	15.62	19.82	14.40	10.18	17.50
江西	15.75	13.76	16.43	15.08	19.54
湖北	13.45	15.19	13.69	10.72	13.64
湖南	13.18	14.16	12.12	9.59	18.45
内蒙古	15.50	16.90	13.11	11.74	22.51
广西	12.65	13.12	15.63	9.36	11.44
四川	12.00	15.24	12.47	7.82	10.97
重庆	13.75	16.36	13.62	10.99	12.91
云南	11.40	12.07	8.52	7.44	21.03
甘肃	12.49	11.17	12.27	12.27	15.84
西藏	15.63	13.97	15.57	8.50	29.74
陕西	11.77	15.65	9.63	6.44	15.77
贵州	16.27	19.15	9.43	14.17	25.64
宁夏	14.93	20.77	11.12	11.93	14.45
青海	18.50	18.98	20.68	17.51	15.24
新疆	16.88	19.92	17.36	11.26	18.42

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

相对于互联网1.0时代，只有9个省份的均值有所上升，其他22个省份的均值有所下降；互联网3.0时代相对于互联网2.0时代，则只有贵州和宁夏的均值有所上升，其他28个省份的均值有所下降，甘肃的均值保持不变；互联网4.0时代相对于互联网3.0时代，有27个省份的均值都有所上升，只有北京、上海、浙江和青海的均值有所下降。将不同阶段联系起来看，没有哪个省份的均值始终处于上升过程，而北京、上海和浙江的均值则始终处于下降过程。以上结果表明，在考察期内，数字硬件产业以较快速度成长，企业数量增长率在多数情形下都大于10%，但发展的区域差异越来越大，主要体现在最大值与最小值之间的差异。另外，在互联网4.0时代，数字硬件产业企业数量增长率出现了普遍的提升。

根据图1，从三大地区数字硬件产业企业数量增长率均值的大小看，没有哪个地区一直是均值最大或最小的地区，中部和西部地区出现最大值的次数相等且多于东部地区，东部地区出现最小值的次数最多。从变动趋势来看，三大地区的均值大致呈现两轮先降后升的趋势，尤其是进入21世纪以来，经历了一轮明显的先降后升的变动过程，转折点出现在互联网3.0时代和互联网4.0时代交界处。从期初值和期末值的大小看，1994年，东部地区均值为17.98%，中部地区均值为16.15%，西部地区均值为15.00%；到了2018年，东部地区均值为11.37%，中部地区均值为18.20%，西部地区均值为19.31%。该结果表明，尽管三大地区都出现了两轮下降过程，但中部和西部地区的期末值都大于期初值。以上结果表明，数字硬件产业企业数量增长率在互联网4.0时代进入稳步上升阶段，其中，中部和西部地区的企业数量增长率已经超过了期初水平，东部地区则依然低于期初水平。

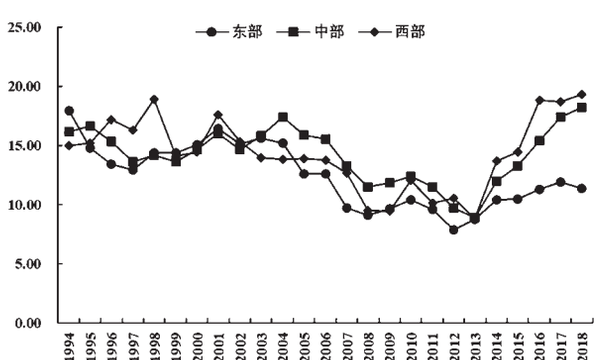


图1　三大地区数字硬件产业企业数量增长率(%)

接下来分析数字软件产业情形。根据表2，从整个时间段各省份数字软件产业企业数量增长率均值的大小看，所有省份的均值都大于18.00%，表明数字软件产业处于快速发展阶段，企业数量增长率快于硬件产业企业数量增长率。其中，上海的均值最大，为24.35%，甘肃的均值最小，为18.55%。分时间段看，在互联网1.0时代，上海的均值最大，为29.55%，甘肃的均值最小，为15.66%，前者是后者的1.89倍；在互联网2.0时代，新疆的均值最大，为28.46%，海南的均值最小，为18.12%，前者是后者的1.57倍，差异有所缩小；在互联网3.0时代，重庆的均值最大，为19.83%，新疆的均值最小为9.69%，前者是后者的2.05倍，差异有所扩大；在互联网4.0时代，浙江的均值最大，为34.76%，内蒙古的均值最小，为21.60%，前者是后者的1.61倍，差异有所缩小。从变动趋势来看，互联网2.0时代相对于互联网1.0时代，有21个省份的均值有所上升，有9个省份的均值有所下降，天津的均值保持不变；互联网3.0时代相对于互联网2.0时代，没有省份的均值有所上升，所有省份的均值都有所下降；互联网4.0时代相对于互联网3.0时代，所有省份的均值都有所上升，没有省份的均值有所下降。将不同阶段联系起来看，没有哪个省份的均值始终处于上升过程或下降过程。以上结果表明，在考察期内，数字软件产业以较快速度成长，且每个阶段企业数量增长率的最大值高于数字硬件产业。另外，在不同互联网时代，均值变动趋势明显，比如在互联网3.0时代全部呈下降趋势，而在互联网4.0时代全部呈上升趋势。

根据图2，从三大地区数字软件产业企业数量增长率均值的大小看，没有哪个地区一直是均值最大或最小的地区，东部地区出现的最大值次数最多，西部地区出现最小值的次数最多。从变动趋势来看，三大地区的均值大致呈现两轮先升后降的趋势，其中，第一轮变动持续时间更长，且同样横跨互联网前三个时代，第二轮变动则主要出现在互联网4.0时代。从期初值和期末值的大小看，1994年，东部地区均值为18.28%，中部地区均值为11.38%，西部地区均值为12.45%；到了2018年，东部地区均值为28.00%，中部地区均值为27.40%，西部地区均值为23.64%。该结果表明，尽管三大地区都出现了两轮下降过程，但上升过程的变动幅度更大，尤其是

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表2　省域数字软件产业企业数量增长率(%)

	1994—2018	1994—2000	2001—2008	2009—2014	2015—2018
北京	21.85	25.59	21.60	15.75	23.95
天津	22.01	21.76	21.76	17.78	29.30
河北	19.87	19.21	24.21	10.33	27.90
辽宁	22.31	25.59	22.96	14.82	25.85
上海	24.35	29.55	22.78	19.19	24.46
江苏	19.32	18.06	21.77	14.09	25.39
浙江	24.05	22.77	24.13	18.51	34.76
福建	24.14	24.72	22.44	19.69	32.61
山东	21.60	21.19	21.94	15.20	31.44
广东	22.21	21.38	20.66	18.30	32.47
海南	18.68	17.12	18.12	13.03	31.27
山西	20.92	19.46	26.18	14.86	23.71
吉林	21.08	16.55	26.45	17.66	25.90
黑龙江	20.86	21.69	26.18	11.86	23.37
安徽	22.25	22.82	26.10	11.77	30.10
河南	22.13	26.77	21.45	13.05	27.69
江西	19.96	16.57	21.44	14.16	32.86
湖北	22.17	20.72	24.84	16.06	29.56
湖南	21.61	23.52	22.20	13.14	29.47
内蒙古	19.60	20.33	23.68	12.52	21.60
广西	19.98	23.22	21.27	10.76	25.09
四川	21.75	19.65	24.51	14.85	31.50
重庆	24.09	22.52	28.29	19.83	26.29
云南	20.42	22.51	23.18	13.25	22.17
甘肃	18.55	15.66	24.90	12.32	22.58
西藏	18.73	17.53	19.13	14.67	26.54
陕西	20.15	17.94	24.34	13.80	26.73
贵州	22.96	23.35	25.93	14.92	29.02
宁夏	21.57	23.64	23.59	13.60	25.89
青海	20.92	23.61	24.63	12.04	22.40
新疆	21.79	22.04	28.46	9.69	27.81

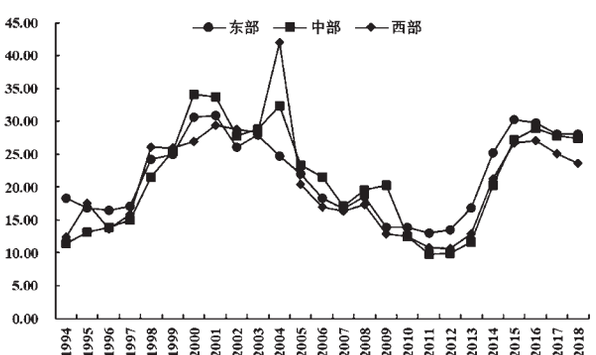


图2　三大地区数字软件产业企业数量增长率(%)

在第二轮变动过程中,所以,三大地区的期末值都大于期初值。以上结果表明,数字软件产业企业数量增长率在不同互联网发展时代呈现不同的变动规律,进入互联网4.0时代以来,上升的幅度更大,重新进入了快速发展阶段。

最后,分析数字基础设施产业情形。根据表3,从整个时间段各省份数字基础设施产业企业数量增长率均值的大小看,所有省份的均值都大于19.00%,表明数字基础设施产业处于快速发展阶段,企业数量增长率快于数字硬件产业和数字软件产业企业数量增长率。其中,浙江的均值最大,为27.33%,海南的均值最小,为19.32%。分时间段看,在互联网1.0时代,青海的均值最大,为40.23%,吉林的均值最小,为20.05%,前者是后者的2.01倍;在

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表3　省域数字基础设施产业企业数量增长率(%)

	1994—2018	1994—2000	2001—2008	2009—2014	2015—2018
北京	19.81	27.63	20.32	13.94	12.09
天津	21.82	23.92	26.34	13.80	21.76
河北	21.32	28.14	23.46	8.96	22.52
辽宁	23.06	34.01	22.28	10.52	21.34
上海	26.13	36.50	22.90	17.76	23.62
江苏	21.69	27.04	22.49	14.03	21.10
浙江	27.33	34.87	24.26	17.67	32.10
福建	25.16	34.01	20.15	17.61	27.54
山东	20.28	21.62	18.35	14.77	29.22
广东	21.56	24.22	18.89	16.28	28.82
海南	19.32	21.90	17.90	12.32	27.17
山西	23.60	29.89	25.10	15.37	20.76
吉林	21.28	20.05	29.14	13.53	21.60
黑龙江	20.01	26.29	23.37	8.15	19.35
安徽	22.60	30.06	22.32	10.88	25.73
河南	24.47	38.07	20.75	10.95	24.05
江西	22.46	29.81	20.47	10.64	28.98
湖北	22.10	26.21	22.07	14.60	25.18
湖南	23.92	39.00	16.21	11.77	25.48
内蒙古	20.64	27.57	22.41	10.96	18.19
广西	23.26	37.44	18.94	9.82	22.61
四川	23.10	28.01	21.60	14.54	28.77
重庆	26.08	31.88	27.90	18.82	22.19
云南	22.14	32.76	22.18	11.33	17.05
甘肃	21.85	27.06	25.61	11.87	19.84
西藏	26.57	37.77	24.42	14.81	25.57
陕西	22.41	26.47	24.29	14.19	23.30
贵州	22.86	28.41	24.35	12.47	24.76
宁夏	22.94	31.40	21.12	13.67	23.13
青海	24.81	40.23	22.79	10.05	19.67
新疆	22.26	27.97	27.02	8.57	23.02

互联网2.0时代，吉林的均值最大，为29.14%，湖南的均值最小，为16.21%，前者是后者的1.80倍，差异有所缩小；在互联网3.0时代，重庆的均值最大，为18.82%，黑龙江的均值最小为8.15%，前者是后者的2.31倍，差异有所扩大；在互联网4.0时代，浙江的均值最大，为32.10%，北京的均值最小，为12.09%，前者是后者的2.66倍，差异进一步扩大。从变动趋势来看，互联网2.0时代相对于互联网1.0时代，只有2个省份的均值有所上升，其他省份的均值有所下降；互联网3.0时代相对于互联网2.0时代，没有省份的均值有所上升，所有省份的均值均有所下降；互联网4.0时代相对于互联网3.0时代，除了北京的均值有所下降，其他省份的均值都有所上升。将不同阶段联系起来看，没有哪个省份的均值始终处于上升过程或下降过程。以上结果表明，在考察期内，数字基础设施产业以较快速度成长。另外，在不同互联网时代，均值变动趋势明显，比如在互联网2.0时代和3.0时代大多数省份的均值呈下降趋势，而在互联网4.0时代大多数省份的均值呈上升趋势。

根据图3，从三大地区数字基础设施产业企业数量增长率均值的大小看，没有哪个地区一直是均值最大或最小的地区，东部地区和中部地区出现的最大值次数相同，西部地区出现最小值的次数最多。从变动趋势来看，三大地区的均值大致呈现两轮先升后降的趋势，其中，第一轮变动持续时间更长，且同样横跨互联网前三个时代，第二轮变动则主要出现在互联网4.0时代。从期初值和期末值的大小看，1994年，东部地区均值为26.14%，中部地区

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

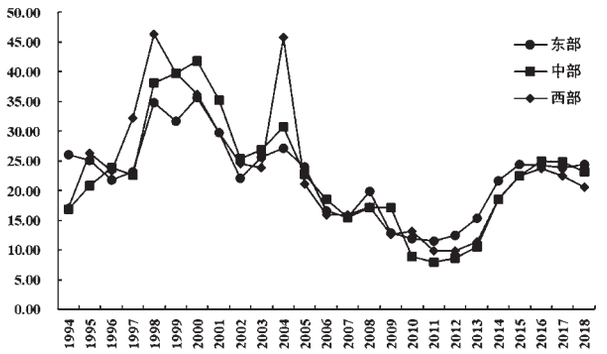


图3　三大地区数字基础设施产业企业数量增长率(%)

均值为16.93%,西部地区均值为17.15%;到了2018年,东部地区均值为24.49%,中部地区均值为23.19%,西部地区均值为20.59%。该结果表明,尽管中部和西部地区都出现了两轮下降过程,但上升过程的变动幅度更大,尤其是在第二轮变动过程中,所以,两大地区的期末值都大于期初值。以上结果表明,数字基础设施产业企业数量增长率在不同互联网发展时代呈现不同的变动规律,进入互联网4.0时代以来,上升的幅度更大,重新进入了快速发展阶段。

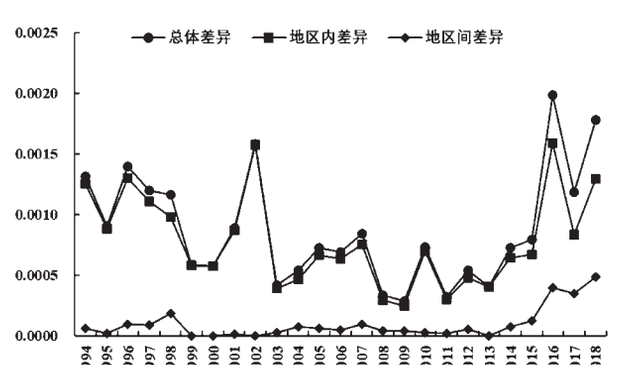
综合以上分析可知,通过对数字经济不同产业企业数量增长率的基本分析,从总体看,数字基础设施产业发展最快,数字硬件产业发展最慢。从变动趋势看,数字硬件产业企业数量增长率经历了两轮先降后升的变动过程,而数字软件产业和数字基础设施产业企业数量增长率则经历了两轮先升后降的变动过程。

(二)泰尔指数分析

由于泰尔指数分析属于宏观层面分析,所以本文接下来利用泰尔指数对全国层面数字产业发展的总体差异、地区内差异和地区间差异进行分析,之后再对三大地区数字产业发展的总体差异进行分析。

首先,分析数字硬件产业企业数量增长率泰尔指数情形。根据图4,从全国层面的分解结果看,地区内差异是导致总体差异的主要因素,且其变动趋势也与总体差异更加接近。从期初值和期末值大小看,1994年,数字硬件产业企业数量增长率的总体差异指数、地区内差异指数和地区间差异指数分别为0.00131、0.00125和0.00006,地区内差异占比为95%,地区间差异占比为5%;到了2018年,三种差异指数分别上升至0.00178、0.00130和0.00048,地区内差异占比下降至73%,而地区间差异占比上升至27%。进一步从三大地区层面看,根据图4,没有哪个地区的总体差异始终是最大值或最小值,但西部地区出现最大值的次数最多,为23次,中部地区出现最小值的次数最多,为15次。从期初值和期末值的大小看,1994年,东部、中部和西部地区数字硬件产业成长率的总体差异指数分别为0.00021、0.00078和0.00255;到了2018年,三大地区总体差异指数分别为0.00107、0.00044和0.00205,东部地区总体差异有所扩大,中部和西部地区总体差异有所缩小。结合前文对泰尔指数的定义,数字硬件产业企业数量增长率的区域总体差异有所扩大,尤其是进入互联网4.0时代以来。由于地区内差异反映的是地区内各省份之间的差异,而地区间差异反映的是三大地区之间的差异,故上述结果表明,地区内部各省份之间的差异更加明显,且主要是由西部地区总体差异所致。

其次,分析数字软件产业企业数量增长率泰尔指数情形。根据图5,从全国层面的分解结果看,与数字硬件产业结果相同,软件产业地区内差异是导致总体差异的主要因素,且其变动趋势也与总体差异更加接近。从期初值和期末值大小看,1994年,数字软件产业企业数量增长率的总体差异指数、地



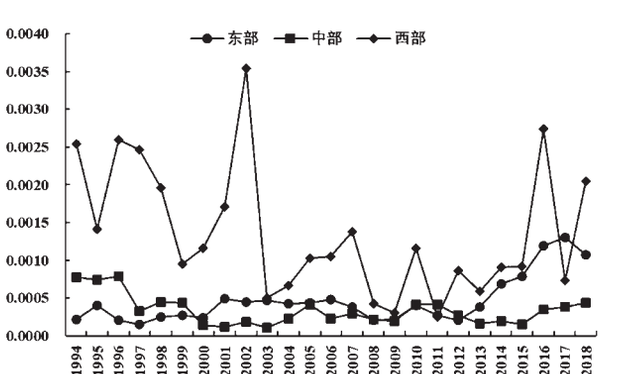


图4　全国以及三大地区数字硬件产业企业数量增长率泰尔指数

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

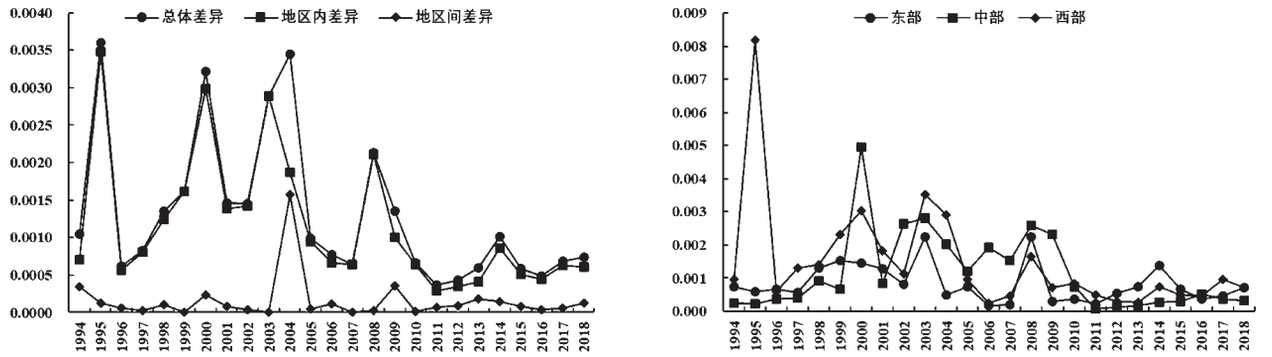


图5　全国以及三大地区数字软件产业企业数量增长率泰尔指数

区内差异指数和地区间差异指数分别为0.00105、0.00070和0.00035，地区内差异占比为67%，地区间差异占比为33%；到了2018年，三种差异指数分别下降至0.00074、0.00061和0.00013，地区内差异占比上升至84%，而地区间差异占比下降至16%。进一步从三大地区层面看，根据图5，没有哪个地区的总体差异始终是最大值或最小值，但西部地区出现最大值的次数最多，为11次，中部地区出现最小值的次数最多，为14次。从期初值和期末值的大小看，1994年，东部、中部和西部地区数字软件产业企业数量增长率的总体差异指数分别为0.00074、0.00025和0.00097；到了2018年，三大地区总体差异指数分别为0.00072、0.00031和0.00071，中部地区总体差异有所扩大，东部和西部地区总体差异有所缩小。以上结果表明，数字软件产业企业数量增长率的区域总体差异有所缩小，且从分解结果看，地区内部各省份之间的差异更加明显。

再次，分析数字基础设施产业企业数量增长率泰尔指数情形。根据图6，从全国层面的分解结果看，与前面两种数字产业结果相同，基础设施产业地区内差异是导致总体差异的主要因素，且其变动趋势也与总体差异更加接近。从期初值和期末值大小看，1994年，数字基础设施产业企业数量增长率的总体差异指数、地区内差异指数和地区间差异指数分别为0.00287、0.00222和0.00065，地区内差异占比为77%，地区间差异占比为23%；到了2018年，三种差异指数分别下降至0.00097、0.00087和0.00010，地区内差异占比上升至90%，而地区间差异占比下降至10%。进一步从三大地区层面看，根据图6，没有哪个地区的总体差异始终是最大值或最小值，但东部地区出现最大值的次数最多，为9次，中部和西部地区出现最小值的次数相同，均为8次。从期初值和期末值的大小看，1994年，东部、中部和西部地区数字基础设施产业企业数量增长率的总体差异指数分别为0.00212、0.00099和0.00315；到了2018年，三大地区总体差异指数分别为0.00131、0.00048和0.00072，三大地区总体差异都有所缩小。以上结果表明，数字基础设施产业企业数量增长率的区域总体差异有所缩小，且从分解结果看，地区内部各省份之间的差异更加明显。

综合以上分析可知，从数字产业企业数量增长率泰尔指数分解的分析结果看，数字硬件产业的区域差异有所扩大，而数字软件产业和数字基础设施产业的区域差异都有所缩小，且地区内差异是导致

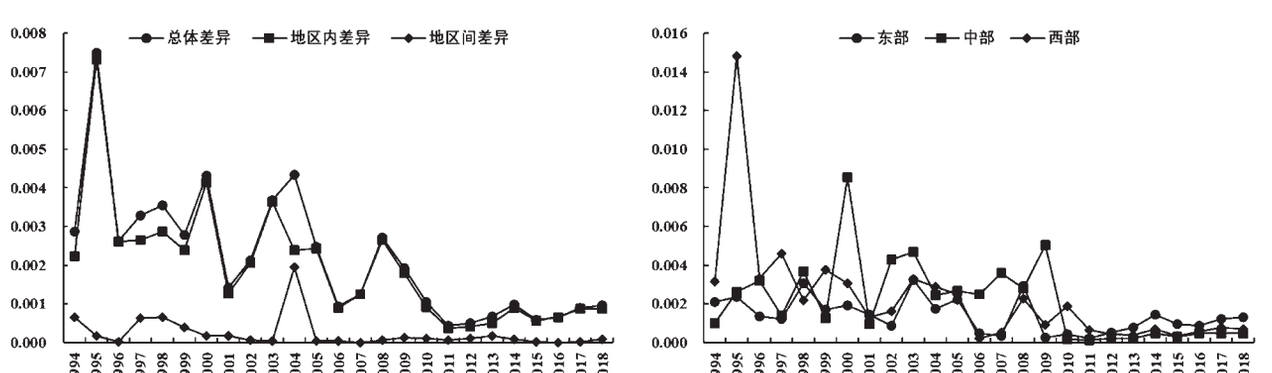


图6　全国以及三大地区数字基础设施产业企业数量增长率泰尔指数

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

区域差异的主因。从分地区看，就数字硬件产业企业数量增长率而言，东部地区总体差异有所扩大，中部和西部地区总体差异有所缩小；就数字软件产业企业数量增长率而言，中部地区总体差异有所扩大，东部和西部地区总体差异有所缩小；就数字基础设施产业企业数量增长率而言，三大地区总体差异都有所缩小。

（三）偏离度指数分析

与泰尔指数相似，偏离度指数分析也是宏观层面分析，所以本文重点对三大地区数字产业发展的偏离度指数进行分析，探讨数字产业发展与经济规模之间的关系。

首先，分析数字硬件产业企业数量增长率偏离度指数情形。根据图7，没有哪个地区的偏离度指数始终大于0或者始终小于0，东部地区偏离度指数大于0的情形最多，西部地区偏离度指数小于0的情形最多。从期初值和期末值的大小看，1994年，东部、中部和西部地区数字硬件产业企业数量增长率的偏离度指数分别为0.0019、0.0105和0.0243，三大地区均为正向偏离；到了2018年，三大地区偏离度指数分别为0.0118、0.0050和-0.0122，东部和中部地区为正向偏离，西部地区则为负向偏离。进入互联网4.0时代之后，东部地区始终保持正向偏离，中部地区由负向偏离转为正向偏离，西部地区始终保持负向偏离。结合前文对偏离度指数的定义，从总体上看，东部地区经济规模越大的省份也是数字硬件产业发展越快的省份，而西部地区经济规模越大的省份则是数字硬件产业发展越慢的省份。

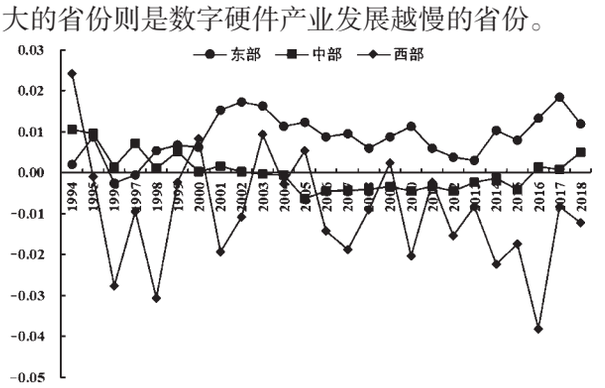


图7　三大地区数字硬件产业偏离度指数

其次，分析数字软件产业企业数量增长率偏离度指数情形。根据图8，没有哪个地区的偏离度指数始终大于0或者始终小于0，中部地区偏离度指数大于0的情形最多，东部地区偏离度指数小于0的情形最多。从期初值和期末值的大小看，1994年，

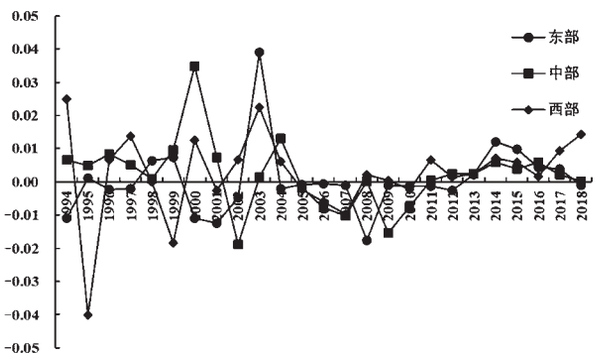


图8　三大地区数字软件产业偏离度指数

东部、中部和西部地区数字软件产业企业数量增长率的偏离度指数分别为-0.0110、0.0067和0.0249，东部地区为负向偏离，中部和西部地区均为正向偏离；到了2018年，三大地区偏离度指数分别为-0.0012、0.0002和0.0142，东部地区依然为负向偏离，中部和西部地区则依然为正向偏离。进入互联网4.0时代之后，三大地区都以正向偏离为主。以上结果表明，从总体上看，东部地区经济规模越大的省份是数字软件产业发展越慢的省份，而中部地区经济规模越大的省份则是数字软件产业发展越快的省份。

再次，分析数字基础设施产业企业数量增长率偏离度指数情形。根据图9，没有哪个地区的偏离度指数始终大于0或者始终小于0，中部地区偏离度指数大于0的情形最多，东部地区偏离度指数小于0的情形最多。从期初值和期末值的大小看，1994年，东部、中部和西部地区数字软件产业成长率的偏离度指数分别为-0.0219、0.0102和0.0439，东部地区为负向偏离，中部和西部地区均为正向偏离；到了2018年，三大地区偏离度指数分别为0.0013、-0.0008和0.0122，东部和西部地区为正向偏离，中部地区为负向偏离。进入互联网4.0时代之后，三大地区同样都以正向偏离为主。以上结果

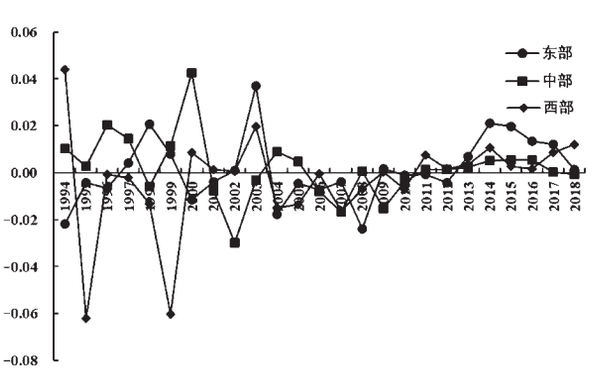


图9　三大地区数字基础设施产业偏离度指数

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表明，从总体上看，东部地区经济规模越大的省份是数字基础设施产业发展越慢的省份，而中部地区经济规模越大的省份则是数字基础设施产业发展越快的省份。

综合以上分析可知，从数字产业企业数量增长率偏离度指数的分析结果看，不同地区数字产业偏离度呈现不同的特点。就数字硬件产业发展而言，东部地区呈现领先式发展特点，即经济规模越大的省份是数字硬件产业发展越快的省份；西部地区则呈现追赶式发展特点，即经济规模越小的省份是数字硬件产业发展越慢的省份。就数字软件产业和数字基础设施产业发展而言，中部地区呈现领先式发展特点，经济规模越大的省份是数字软件产业和数字基础设施发展越快的省份；东部地区呈现追赶式发展特点，即经济规模越大的省份是数字软件产业和数字基础设施产业发展越慢的省份。

四、结论与建议

有的研究主要从数字经济整体视角展开，并使用宏观层面数据展开对数字经济的测度和分析，本文则从分解视角切入，基于企业微观数据，筛选出合适的符合数字产业发展特征的企业数据，通过处理后得到各省份数字硬件产业、数字软件产业和数字基础设施产业企业数量增长率指标，以此衡量不同类型数字产业发展程度，并利用泰尔指数分析了数字产业发展的区域差异，利用偏离度指数分析了数字产业发展与经济规模之间的关系，通过以上分析总结中国数字产业化发展的特征。得到的主要结论如下：

首先，中国数字产业发展保持较高水平。从数字产业企业数量增长率的基本情况看，数字产业处于快速发展阶段，其中，数字基础设施产业发展最快，数字硬件产业发展最慢。分地区看，中部和西部地区的数字硬件产业相较于东部地区发展更快，东部地区数字软件产业相较于中部和西部地区发展更快，东部和中部地区的数字基础设施产业相较于西部地区发展更快。

其次，中国数字产业发展呈现区域差异性，所考察的产业并未都呈现差异缩小态势。从泰尔指数分析结果看，数字硬件产业发展的区域差异有所扩大，而数字软件产业和数字基础设施产业发展的区域差异都有所缩小，且地区内差异是导致区域差异的主因。从分地区看，东部地区数字硬件产业发展总体差异有所扩大，中部和西部地区数字硬件产业发展总体差异有所缩小；中部地区数字软件产业发展总体差异有所扩大，东部和西部地区数字软件发展总体差异有所缩小；三大地区数字基础设施产业总体差异都有所缩小。

再次，中国数字产业发展与经济规模之间的关系呈现区域差异性。从偏离度指数的分析结果看，东部地区数字硬件产业发展呈现领先式发展特点，即经济规模越大的省份是数字硬件产业发展越快的省份；西部地区则呈现追赶式发展特点，即经济规模越小的省份是数字硬件产业发展越慢的省份。中部地区数字软件产业和数字基础设施产业呈现领先式发展特点，经济规模越大的省份是数字软件产业和数字基础设施发展越快的省份；东部地区呈现追赶式发展特点，即经济规模越大的省份是数字软件产业和数字基础设施产业发展越慢的省份。

根据以上结论，本文认为下一步推动数字产业发展需要注意以下两个方面：

第一，缩小数字硬件产业发展的地区差异。考虑到数字硬件产业的发展对数字软件产业的发展具有支撑作用，缩小数字硬件产业发展的地区差异将有助于更好地推动数字产业的均衡发展。由于相较于数字软件产业，数字硬件产业的可移动性较低，有必要将数字产业发展，尤其是数字硬件产业发展纳入区域一体化发展战略，在更大的区域层面对数字产业发展进行布局，避免市场分割导致数字产业发展零和博弈的局面。

第二，释放数字产业发展对区域发展差距的缩小作用。在推进共同富裕发展格局的背景下，如何利用数字赋能共同富裕是数字产业发展需要解决的重要问题。根据前文的分析，经济规模越大的地区并不是数字产业发展越快的地区，由此可见，推动数字产业发展有助于缩小地区发展差距，因此，经济规模较小的地区应该重点关注数字产业，为数字产业发展打造更加适宜的成长环境，最大限度释放数字产业发展所带来的经济增长效应。

注释：

①相关资料来源：《中国数字经济发展白皮书(2021)》，https://finance.sina.com.cn/tech/2021-04-28/doc-ikmyaawc2206821.shtml。

②根据国家统计局网站划分标准，东部地区包括北

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

京、天津、河北、辽宁、上海、江苏、浙江、福建、山东、广东和海南，中部地区包括山西、吉林、黑龙江、安徽、河南、江西、湖北和湖南，西部地区包括内蒙古、广西、四川、重庆、云南、甘肃、西藏、陕西、贵州、宁夏、青海和新疆。

参考文献：

[1]裴长洪，倪江飞，李越.数字经济的政治经济学分析[J].财贸经济，2018(9)：5-22.

[2]易宪容，陈颖颖，位玉双.数字经济中的几个重大理论问题研究：基于现代经济学的一般性分析[J].经济学家，2019(7)：23-31.

[3]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.

[4]戚聿东，刘翠花，丁述磊.数字经济发展、就业结构优化与就业质量提升[J].经济学动态，2020(11)：17-35.

[5]JORGENSON D W. Accounting for Growth in the Information Age[J]. Handbook of economic growth，2005(1)：743-815.

[6]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.

[7]杨慧梅，江璐.数字经济、空间效应与全要素生产率[J].统计研究，2021(4)：3-15.

[8]李治国，王杰.数字经济发展、数据要素配置与制造业生产率提升[J].经济学家，2021(10)：41-50.

[9]HEO P S，LEE D H. Evolution of the Linkage Structure of ICT Industry and Its Role in the Economic System：The Case of Korea[J]. Information Technology for Development，2019(3)：424-454.

[10]姚维瀚，姚战琪.数字经济、研发投入强度对产业结构升级的影响[J].西安交通大学学报(社会科学版)，2021(5)：11-21.

编辑　张志强
　　张慧敏

Calculation Analysis on the China's Regional Digital Industry Development

Li Yan, Mao Fengfu

Abstract：Based on the enterprise-level data of China's digital industry, the digital industry is divided into digital hardware industry, digital software industry and digital infrastructure industry. The Theil index is used to analyze the regional differences in the development of the digital industry, and the deviation index is used to analyze the relationship between the development of the digital industry and the scale of the economy. The results show that：(1) In terms of the growth rate, the digital industry is in a stage of rapid growth, with the digital infrastructure industry being the fastest developing section, and the digital hardware industry the slowest. (2) From the calculation results of the Theil index, regional differences are the main cause of the regional differences in the development of the digital industry. The regional differences in the development of the digital hardware industry have expanded, while the development of the digital software industry and the digital infrastructure industry regional differences have been reduced. (3) From the calculation results of the deviation index, the development of the digital hardware industry in the eastern region shows the characteristics of leading development, while the western region shows the characteristics of catch-up development; the development of the digital software industry and digital infrastructure industry in the central region shows the characteristics of leading development, the eastern region shows the characteristics of catch-up development.

Key words: Regional Digital Industry Development; Theil Index; Deviation Index

(C)1994-2022 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net