

数字经济与建筑业高质量发展耦合协调性

——基于 31 个省级行政区样本实证分析

张爱国¹, 刘荣桂², 马颖莉¹

(1. 南通理工学院 建筑工程学院, 江苏 南通 226001; 2. 江苏大学 土木工程与力学学院, 江苏 镇江 212000)

摘要:以 31 个省级行政区为研究区域,运用熵权法测算 2011—2020 年 31 个省区市数字经济与建筑业高质量发展指数,通过耦合度模型计算两者的耦合协调度,基于耦合协调等级划分标准对 31 个省区市耦合协调度进行空间特征分布分析,最后通过障碍度模型找出影响协调性的主要障碍因子。研究结果显示:①研究期内,从全国来看,数字经济指数总体呈现上升趋势,但东部地区数字经济发展指数远高于中西部地区,而中部地区和西部地区均远低于全国平均水平。②总体来看,建筑业高质量发展指数出现先增长后下降的趋势。其中建筑业高质量发展指数东部地区远高于中西部地区。③东部地区北京、广东和江苏数字经济与建筑业高质量发展耦合协调保持较高的状态,西部地区大部分省份均处于中低水平程度的协调状态,总体来看,数字经济与建筑业高质量发展协调水平较低,表明两系统协调发展中存在很大的上升空间。④在数字经济方面,数字产业化和数字创新成为制约两系统协调发展的主要障碍,在建筑业高质量发展方面,协调性和创新性成为制约协调发展的主要障碍因素。基于实证结论,提出相应建议。

关键词:数字经济;建筑业;高质量发展;耦合协调

中图分类号:[TU-9] **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2023)02-0060-08

建筑业是国民经济中的重要支柱产业,是推动社会经济发展和保障的重要力量。传统的建筑业因其本身的碎片化、复杂性等特点,长期存在能耗高、污染大、发展方式粗放等问题,已难以满足新时期建筑行业绿色发展和高质量发展的需求。与此同时,新一轮信息技术革命浪潮汹涌澎湃,以 5G 和人工智能为代表的数字技术飞快发展,大数据和云计算能力迅速迭代,全球迎来数字经济高速发展的新时代,其引发的产业转型升级正逐渐影响传统建筑行业。2022 年 1 月,住建部发布《“十四五”建筑业发展规划》,指出“建筑业在与先进制造业、新一代信息技术深度融合发展方面有着巨大的潜力和发展空间”,需要“加快建筑业转型升级”。此时,建筑数字化迎来发展契机,正成为驱动建筑业转型升级的重要力量。在数字经济驱动下,建筑业正向着智慧建筑、绿色建筑目标迈进,据 Allied Market Research 数据显示,2019 年全球建筑数字化市场规

模约 98 亿美元,预计到 2027 年将超过 291 亿美元,年均复合增长率保持 18.2% 的高位增长。

本文通过对数字经济与建筑业高质量发展水平及其耦合协调关系的研究,探索产业数字化转型与制造高质量发展的作用机制与实现路径,加快推动两者融合协调发展,以期为建筑业高质量发展寻找契机。

1 文献综述

1.1 数字经济研究

数字经济概念最早可追溯到 20 世纪 90 年代。1995 年唐·塔普斯科特(Don Tapscott)首次提出“数字经济”的概念,早期这一概念常被认为是互联网经济或信息经济的代名词,而随着技术的不断发展,数字经济的内涵不断扩大。随后各国逐步开始重视数字经济,纷纷采用各种战略推动数字经济的发展。近年来,随着信息技术革命的发展,数字化技术已经向社会经济生活全面渗透,并成为经济增

收稿日期:2022-08-09

基金项目:第三批科技创新团队 311 项目(KJCXTD311);南通市科技局项目(JCZ20101)。

作者简介:张爱国(1987—),男,安徽亳州人,南通理工学院建筑工程学院,讲师,研究方向为建筑经济、BIM 技术;刘荣桂(1957—),男,江苏江都人,江苏大学土木工程与力学学院,教授,博士生导师,研究方向为新材料与新结构;马颖莉(1986—),女,江苏泰州人,南通理工学院建筑工程学院,副教授,研究方向为宏观经济。

长的新动能。《“十四五”数字经济发展规划》明确指出加快推进数据要素市场化建设,充分发挥数据要素作用,把做强做优做大数字经济迫切需要完成的重大任务之一。在政府高度关注下,学者们对数字经济做了相关的研究。韩凤芹和陈亚平阐述了数字经济内涵和特征,分析了当前中国数字经济发展水平及面临的挑战与风险,并给出相应的建议^[1]。陈梦根、张鑫结合投入产出序列数据,对中国数字经济规模和全要素生产率进行测度和分析,发现当前中国数字经济规模年均实际增长率高达11.24%,已经成为支撑经济增长的重要推动力量^[2]。盛斌和刘宇英基于中国2005—2019年30个省份数据,从数字基础设施、数字产业和数字治理3个方面构建数字经济指数,并对中国空间分异差异特征进行分析^[3]。廖信林、杨正源基于长三角41个地级市城市面板数据,采用熵值法对制造业升级水平和数字经济发展水平进行测度,并对数字经济赋能制造业转型升级路径进行探讨^[4]。余东华、王梅娟从宏观和微观视角探讨数字经济对制造业高质量发展的重要机制,研究发现,数字经济可以通过技术效率的改善促进制造业高质量发展,且对低生产率和西部地区的提升作用更大^[5]。

1.2 建筑业高质量发展研究

关于建筑业高质量发展的研究,学者们对建筑业高质量发展的内涵及水平进行了研究。孙继德等探讨建筑业发展质量的内涵,认为建筑业高质量发展应该从建筑业增长和质量两个方面去理解,建筑业发展需要经济、社会和环境可持续发展的需求^[6]。项勇等研究认为影响建筑业高质量发展动力因素包括政府管理、行业发展、企业发展、市场规范。4种动力因素的相互联系和促进推动了建筑业高质量发展^[7]。高华建等基于建筑业高质量发展的内涵从宏观表现、建筑产品、社会效益、国际化以及建造过程5个维度构建建筑业高质量发展评价指标体系^[8]。吴翔华和张利婷构建建筑业高质量发展指标体系,以江苏省13个地级市为例进行实证分析,研究结果显示,江苏省建筑业发展不平衡,主要变现为苏南地区发展强劲,综合实力较强,苏中地区建筑规模高,但是创新驱动较弱,苏北地区整体实力较低^[9]。傅为忠和黄帅以长三角城市群为例,通过熵值法和聚类分析法对建筑业高质量发展进行研究,研究结果显示发展规模、创新发展、发展潜力等是影响建筑业高质量发展的主要因素^[10]。

1.3 数字经济与建筑业高质量发展相关研究

推进建筑业工业化、数字化和智能化,促进建筑业转型升级是实现建筑业高质量发展的必然要求。对于数字经济与建筑业高质量发展相关研究,学者们的研究主要集中于数字技术驱动建筑要高质量发展的战略路径^[11],以及数字技术在建筑业中的作用和应用现状^[12-13]。整体研究较少,且处于初级阶段。

综上所述,关于数字经济和建筑业高质量发展,学者们都做了一定研究,对于数字经济与建筑业高质量发展两者的关系研究甚少。数字经济和建筑业高质量发展是两个子系统,两者相互作用,相互影响。而建筑业是一个庞大的产业,其健康发展对于推动经济社会发展、城乡建设和改善民生至关重要。因此,研究数字经济与建筑业高质量发展两系统耦合协调关系具有重要意义。

2 研究方法、指标体系构建及数据来源

2.1 熵值法

熵值法是一种客观赋权法,根据各项指标观测值所提供的信息的大小确定指标权重。信息量越大,不确定性就越小,熵也就越小;信息量越小,不确定性越大,熵也越大。首先,对数字经济和建筑业高质量发展水平各指标进行标准化处理,对负向指标进行正向化处理,然后采用熵值法分别对数字经济和建筑业高质量发展指数进行测度评价,具体步骤如下:

1) 以此指标体系来收集每一年的基础数据,并建立起原始数据矩阵。选取 n 个省份, m 个指标 X_{ij} ($0 \leq i \leq n, 0 \leq j \leq m$)。

2) 进行标准化处理。确保数据的一致性,并对不同测量指标尺度的量纲差异进行消除,运用式(1)对相关数据 X_{ij} 进行标准化处理。

$$Y_{ij} = \begin{cases} \frac{X_{ij} - \min(X_{ij})}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})}, & X_{ij} \text{ 为正向性指标} \\ \frac{\max(X_{ij}) - X_{ij}}{\max(X_{ij}) - \min(X_{ij})}, & X_{ij} \text{ 为负向性指标} \end{cases} \quad (1)$$

3) 计算相关测度体系中的评价指标 Y_{ij} 的信息熵 E_j 。

$$E_j = (1/\ln n) \sum_{i=1}^n \left[\left(Y_{ij} / \sum_{i=1}^n Y_{ij} \right) \ln \left(Y_{ij} / \sum_{i=1}^n Y_{ij} \right) \right] \quad (2)$$

4) 计量相关测度体系中的各项测量指标 Y_{ij} 的权重 W_j 。

$$W_j = (1 - E_j) / \sum_{j=1}^m (1 - E_j) \quad (3)$$

5) 构建出相关测度指标的加权重矩阵 R 。

$$R = (r_{ij})_{n \times m}, r_{ij} = W_j Y_{ij} \quad (4)$$

2.2 耦合协调模型

耦合协调度可以测度两个系统之间的相互作用, 表征两个系统是在高水平上相互促进还是低水平上相互制约。本文基于相关研究, 确定数字经济和建筑业高质量发展的耦合协调度 D 。计算过程如下。

1) 计算耦合度 C 。

$$C = \sqrt{\frac{U_1 U_2}{(U_1 + U_2)^2}} \quad (5)$$

式中: U_1 为数字经济指数; U_2 为建筑业高质量发展指数。

2) 计算协调指标 T 值。

$$T = \beta_1 U_1 + \beta_2 U_2 \quad (6)$$

式中, β_1 和 β_2 代表权重, 该值由专业知识而定, 数字经济在一定程度上能促进建筑业高质量发展, 建筑业高质量发展同时也会反推数字经济发展, 因此, 借鉴段秀芳和徐传昂^[14]的做法, 赋予 $\beta_1 = \beta_2 = 0.5$ 。

3) 计算耦合协调度 D 值。

$$D = \sqrt{CT} \quad (7)$$

2.3 障碍度模型

为了识别数字经济与建筑业高质量发展两个子系统的耦合协调度障碍度因子, 以便为两者协调发展提供改进的依据, 模型公式为

$$O_j = \frac{F_{ij} W_j}{\sum_{j=1}^n F_{ij} W_j} \quad (8)$$

$$U = \sum O_j \quad (9)$$

式中: O_j 为第 j 个指标对数字经济与建筑业高质量发展耦合协调度的障碍度; F_{ij} 为指标偏离度, $F_{ij} = 1 - V_{ij}$, V_{ij} 为标准化指标值; W_j 为基于上述熵权法得到的各指标权重; U 为准则层障碍度。

2.4 指标体系构建

在以往相关学者研究基础之上, 遵循科学性、客观性、系统性、全面性以及数据可获得性的原则基础上, 构建数字经济和建筑业高质量发展水平评价指标体系。

2.4.1 数字经济评价指标体系构建

国务院印发的《十四五数字经济发展规划通知》强调要加强数字基础设施建设, 完善数字经济治理体系, 协同推进数字产业化和产业数字化, 赋能传统产业转型升级。王彦杰等从数字产品制造、数字产品服务、数字技术应用、数字基础保障和数字化效率 5 个维度构建数字经济指标体系^[15]。万晓瑜和罗焱卿从数字基础设施、数字产业和数字融合 3 个方面构建指标体系对数字经济发展水平进行测度^[16]。本文综合以往研究结果, 设计了 3 个一级指标和 16 个二级指标来衡量数字经济评价指标体系对 31 个省区市数字经济发展水平进行衡量, 具体指标见表 1。

表 1 数字经济评价指标体系

一级指标	二级指标	指标单位	指标性质
数字化基础设施	光缆长度	km	正向指标
	移动电话普及率	部数/百人	正向指标
	互联网宽带接入端口数	万个	正向指标
	互联网域名数	万个	正向指标
数字产业化	信息传输、软件和信息技术服务业城镇单位就业人员	人	正向指标
	每百人使用计算机数	台/百人	正向指标
	每百家企业拥有网站数	个/百家	正向指标
	有电子商务交易活动的企业数比重	%	正向指标
	电子商务销售额	万元	正向指标
	电子商务采购额	万元	正向指标
	软件业务收入	元	正向指标
	信息技术服务收入	元	正向指标
数字创新	规模以上工业企业 R&D 人员折合全时当量	人年	正向指标
	规模以上工业企业 R&D 经费支出	万元	正向指标
	专利申请数	件	正向指标
	发明专利申请数	件	正向指标

2.4.2 建筑业高质量评价发展指标体系构建

基于创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念和建筑业高质量发展内涵, 并结合以往相关学者

的研究, 从规模效益性、协调性、创新性、共享性和绿色性 5 个维度 19 个指标构建建筑业高质量发展评价指标体系, 具体见表 2。

表 2 建筑业高质量发展评价指标体系

一级指标	二级指标	指标单位	指标性质
规模效益	建筑业总产值	亿元	正向指标
	建筑业企业资产	亿元	正向指标
	建筑业城镇单位就业人员	万人	正向指标
	建筑业企业签订合同总额	元	正向指标
	建筑业企业产值利税率		正向指标
协调性	特级总承包建筑业企业建筑业总产值占比	%	正向指标
	一级总承包建筑业企业建筑业总产值占比	%	正向指标
	二级总承包建筑业企业建筑业总产值占比	%	正向指标
	国有企业建筑产值占比	%	正向指标
	外资企业建筑业占比		正向指标
创新性	勘察设计机构高级职称职工占比	%	正向指标
	建筑业企业技术装备率	元/人	正向指标
	建筑业企业动力装备率	kW/人	正向指标
	按总承包建筑业企业总产值计算的劳动生产率	元/人	正向指标
共享性	建筑业城镇单位就业人员平均工资	元	正向指标
	人均公园绿地面积	hm ² /人	正向指标
绿色性	建成区绿化覆盖率	%	正向指标
	万元产值水泥消耗量	t/万元	负向指标
	万元产值木材消耗量	t/万元	负向指标

2.4.3 数据来源

以 31 个省级行政区为研究对象,数据时间跨度为 2011—2020 年。数据来源于国家统计局官网网站公布的《中国统计年鉴》以及各省市公布的各省统计年鉴,对于部分缺失的数据采用插值法进行补齐,最后将收集到的数据通过 Excel 进行初始整理。

3 实证结果与分析

3.1 数字经济和建筑业高质量发展水平指数分析

通过熵值法计算原理,计算得到 31 个省级行政区域的数字经济和建筑业高质量发展指数。由于数据量太大,本文按照区域划分列出 2011—2020 年全国层面和东中西 3 个区域的数字经济和建筑业高质量发展指数的平均值,并作趋势图,如表 3、表 4 和图 1、图 2 所示。

表 3 2011—2020 年全国及东中西数字经济指数均值

年份	全国平均	东部地区	中部地区	西部地区
2011	0.181	0.375	0.101	0.067
2012	0.177	0.374	0.093	0.064
2013	0.183	0.382	0.098	0.071
2014	0.198	0.402	0.110	0.082
2015	0.206	0.414	0.115	0.089
2016	0.203	0.408	0.114	0.088
2017	0.196	0.388	0.114	0.085
2018	0.191	0.377	0.111	0.084
2019	0.194	0.378	0.118	0.086
2020	0.192	0.371	0.120	0.086

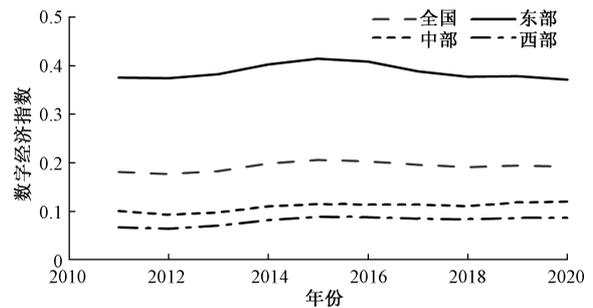


图 1 2011—2020 年全国及东中西区域数字经济指数

结合表 3 和图 1,从全国整体数据来看,2011—2020 年数字经济指数总体呈现上升趋势,数字经济指数从 0.181 上升为 0.192,整体增速 6.08%。分区域来看,2011—2020 年 10 年间,数字经济发展指数,除东部地区先上升后略有下降以外,中部地区和西部地区均呈现出上升的趋势,且东部地区数字经济发展指数远高于中西部地区,而中部地区和西部地区均远低于全国平均水平。尽管中西部地区数字经济发展水平整体较低^①,但 2011—2020 年 10 年间东部地区 5 个省市包括北京、河北、上海、浙江和广东出现了小幅度的上升趋势。而中西部地区 14 个省份包含安徽、江西、广西、湖北、湖南、河南、内蒙古、重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃和青海均出现了较大幅度的增长,这是中国近年来对中西部大力扶持导致的结果。从各省份指数来看,截至 2020 年,数字经济发展指数排名前 5 的

注:①由于数据量较大,具体省市区数值不在文中显示,需要查看数据,可向作者索要。

省市为广东、北京、江苏、浙江和上海,分别为 0.882、0.660、0.605、0.468 和 0.422,均出现在经济发达东部地区。

结合表 4 和图 2 来看,2011—2020 年建筑业高质量发展水平指数全国整体均值出现先增长后略有下降的趋势,其中,东部地区远高于中西部地区^①。分区域来看,2011—2020 年 10 年间,东部地区 6 个省份包括北京、河北、江苏、福建、山东呈现上升趋势,且河北增速最大,增速达到 60.12%,中西部地区 7 个省份包括内蒙古、江西、河南、四川、贵州、西藏、甘肃呈上升趋势,其中甘肃增速最大,为 54.38%。其他 18 个省份建筑业高质量发展水平指数均呈下降趋势,这也是全国建筑业高质量发展水平整体出现先增长后下降的主要原因。

从各省区市来看,截至 2020 年,建筑业高质量发展指数排名前 5 的省市为北京、上海、湖北、浙江、江苏,主要出现在东部地区。

表 4 2011—2020 年全国及东中西建筑业高质量发展水平指数均值

年份	全国	东部地区	中部地区	西部地区
2011	0.279	0.373	0.261	0.204
2012	0.256	0.343	0.237	0.188
2013	0.281	0.354	0.257	0.232
2014	0.295	0.382	0.271	0.230
2015	0.296	0.385	0.268	0.236
2016	0.295	0.393	0.264	0.227
2017	0.304	0.401	0.273	0.237
2018	0.274	0.365	0.245	0.211
2019	0.264	0.354	0.238	0.200
2020	0.260	0.342	0.233	0.203

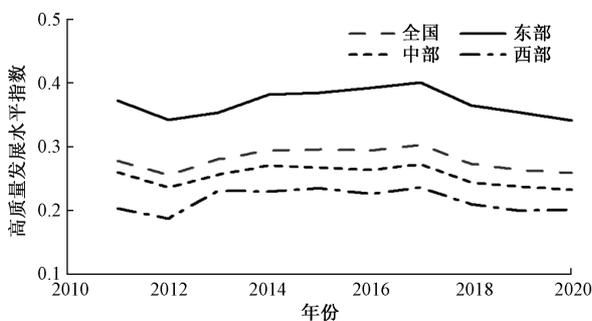


图 2 2011—2020 年全国及东中西区域建筑业高质量发展水平指数

3.2 耦合协调度时空分异特征分析

根据耦合协调度模型,测算出 2011—2020 年数字经济与建筑业高质量发展耦合协调度 D ,见表 5。

整体来看,研究时期内,数字经济与建筑业高质量发展耦合协调度均值稳定在 $[0.4, 0.5]$,表现为 2011—2015 年逐渐上升,2016—2020 逐渐下降的趋势,耦合协调发展类型整体一致处于濒临失调状态,说明数字经济与建筑业高质量发展整体保持着协调发展的状态,但协调发展水平并不高,其主要是因为建筑业高质量发展水平偏低,而数字经济对建筑业高质量发展带动能力比较弱。

为了更深入了解数字经济与建筑业高质量发展协调空间集聚情况和时空特征,本文选取 2011、2014、2017 和 2020 年 4 个年度,参考耦合协调等级划分标准^[17]和本文的研究情况,将 31 个省域耦合协调度 D 划分为低水平 $(0, 0.3]$ 、中低水平 $(0.3, 0.5]$ 、中等水平 $(0.5, 0.7]$ 、中高水平 $(0.7, 0.8]$ 、高水平 $(0.8, 1]$,见表 6。

结合表 5 和表 6 可以看到,2011—2020 年北京、广东、江苏耦合协调度水平较高,均在 0.8 以上,属于高水平耦合协调区,且始终保持前 3。主要原因,一方面北京、广东、江苏属于东部地区,拥有大量的高校和科研机构,具备较强知识创造能力,知识获取水平高,集聚了众多的优质资源。北京是推动全球数字经济的标杆城市,拥有基础软件、应用软件、信息技术服务、互联网信息服务、嵌入式软件等领域的完整产业链,是全国创新创业最活跃、软件信息服务产品体系最完整的城市;广东电子信息产业基础雄厚,产业链齐全,产业技术创新能力强;而江苏省具备强大的制造能力和完善的产业体系。因而这 3 个省市具有较强的数字经济水平,有利于推动建筑业向高质量发展,耦合协调度始终保持高度协同状态。

2011—2020 年上海、浙江和山东耦合协调度主要处于中高水平。上海在 2011—2019 年处于中高水平和高水平间摆动,但 2020 耦合协调度下降为中等水平;浙江在 2011—2019 年一直处于中高水平,但是 2020 年也下降为中等水平;山东 2011—2016 年先从中等水平上升为中高水平,随后 2017—2020 年又下降为中等水平。湖北、辽宁、天津、福建、河南耦合协调度主要处于中等水平。以上省市中有 6 个也属于东部地区,有一定的经济基础和产业基础,数字经济较好地推动了建筑业的发展,但有待进一步提升。

2011—2020 年,河北、山西、内蒙古、吉林、黑龙江、安徽、江西、湖南、广西、重庆、贵州、云南、陕西 13 个省区市耦合协调度处于中低水平。海南、西

注:①数据量较大,表格不在文中显示,可向作者索要。

藏、甘肃、青海、宁夏、新疆耦合协调度处于低水平。以上 19 个省区市几乎都属于中西部地区,中部、西部地区经济发展水平低、财政实力薄弱、数字产业投入较低、数字基础设施不完善以及人才缺失,创新能力差,因此,数字经济发展依存基础较低,难以

有效推动建筑业高质量发展。

总之,2011—2020 年数字经济与建筑业高质量发展耦合协调状态整体处于一般水平,并且呈现东部地区较高,中西部地区较低的空间分布特征,整体协调度还有很大的提升空间。

表 5 2011—2020 年各省区市数字经济与建筑业高质量发展耦合协调度

省区市	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
北京	0.881	0.855	0.868	0.913	0.923	0.922	0.907	0.873	0.895	0.896
天津	0.574	0.565	0.544	0.544	0.553	0.548	0.526	0.453	0.43	0.421
河北	0.46	0.457	0.46	0.482	0.449	0.446	0.462	0.487	0.464	0.554
山西	0.394	0.369	0.363	0.367	0.362	0.361	0.366	0.356	0.325	0.333
内蒙古	0.328	0.315	0.35	0.344	0.341	0.332	0.332	0.319	0.328	0.334
辽宁	0.577	0.516	0.552	0.549	0.592	0.538	0.507	0.474	0.544	0.427
吉林	0.349	0.323	0.314	0.34	0.339	0.344	0.335	0.319	0.287	0.292
黑龙江	0.374	0.319	0.363	0.388	0.365	0.367	0.356	0.313	0.31	0.318
上海	0.747	0.732	0.676	0.811	0.801	0.799	0.781	0.743	0.739	0.682
江苏	0.834	0.819	0.906	0.905	0.904	0.898	0.883	0.858	0.826	0.836
浙江	0.744	0.749	0.743	0.746	0.772	0.777	0.768	0.746	0.722	0.683
安徽	0.421	0.383	0.442	0.487	0.482	0.482	0.504	0.481	0.45	0.439
福建	0.487	0.472	0.457	0.515	0.537	0.568	0.575	0.514	0.514	0.479
江西	0.31	0.34	0.333	0.407	0.415	0.404	0.44	0.368	0.452	0.398
山东	0.676	0.617	0.71	0.71	0.707	0.718	0.71	0.678	0.644	0.695
河南	0.475	0.455	0.502	0.493	0.54	0.533	0.522	0.522	0.488	0.493
湖北	0.579	0.509	0.561	0.586	0.588	0.595	0.587	0.567	0.572	0.573
湖南	0.471	0.444	0.461	0.493	0.489	0.495	0.479	0.452	0.455	0.45
广东	0.87	0.83	0.816	0.9	0.927	0.957	0.949	0.935	0.909	0.866
广西	0.353	0.35	0.323	0.337	0.325	0.328	0.31	0.296	0.303	0.296
海南	0.275	0.247	0.3	0.264	0.239	0.256	0.264	0.239	0.193	0.146
重庆	0.389	0.369	0.418	0.433	0.438	0.428	0.423	0.416	0.405	0.402
四川	0.471	0.464	0.524	0.522	0.557	0.556	0.558	0.527	0.529	0.547
贵州	0.324	0.198	0.299	0.308	0.31	0.357	0.36	0.33	0.331	0.34
云南	0.34	0.341	0.435	0.353	0.344	0.337	0.333	0.375	0.317	0.335
西藏	0.122	0.168	0.203	0.266	0.306	0.273	0.243	0.198	0.226	0.183
陕西	0.442	0.39	0.444	0.499	0.508	0.462	0.474	0.451	0.443	0.465
甘肃	0.141	0.198	0.284	0.281	0.289	0.296	0.295	0.262	0.26	0.292
青海	0.282	0.213	0.308	0.312	0.326	0.319	0.295	0.289	0.273	0.283
宁夏	0.285	0.279	0.257	0.355	0.359	0.335	0.291	0.232	0.225	0.207
新疆	0.281	0.251	0.3	0.319	0.306	0.294	0.278	0.275	0.274	0.24

表 6 2011—2020 年各省区市数字经济与建筑业高质量发展耦合协调度空间分布

等级	2011	2014	2017	2020
低水平(0,0.3]	海南、西藏、甘肃、青海、宁夏、新疆	海南、西藏、甘肃	海南、西藏、甘肃、青海、宁夏、新疆	吉林、广西、海南、西藏、甘肃、青海、宁夏、新疆
中低水平(0.3,0.5]	河北、山西、内蒙古、吉林、黑龙江、安徽、福建、江西、河南、湖南、广西、重庆、四川、贵州、云南、陕西、	河北、山西、内蒙古、吉林、黑龙江、安徽、江西、河南、湖南、广西、重庆、贵州、云南、陕西、青海、宁夏、新疆	河北、山西、内蒙古、吉林、黑龙江、江西、湖南、广西、重庆、贵州、云南、陕西、	天津、山西、内蒙古、辽宁、黑龙江、安徽、福建、江西、河南、湖南、重庆、贵州、云南、陕西
中等水平(0.5,0.7]	天津、辽宁、山东、湖北、	天津、辽宁、福建、湖北、四川	天津、辽宁、安徽、河南、福建、湖北、四川	上海、浙江、山东、湖北、四川、河北
中高水平(0.7,0.8]	上海、浙江	浙江、山东	上海、浙江、山东	—
高水平(0.8,1]	北京、江苏、广东	北京、上海、江苏、广东	北京、江苏、广东	北京、江苏、广东

3.3 耦合协调的主要障碍度因素分析

通过障碍度模型测算准则层障碍度和指标层障碍度,识别 2020 年影响中国省域数字经济与建筑业高质量发展协调发展主要障碍因子。

从准则层来看,数字经济与建筑业高质量发展耦合协调发展的障碍度差别较大,按照平均值大小排序,依次为数字产业化(28.01%)、数字创新(16.64%)、协调性(16.54%)、规模效益

(15.40%)、创新性(11.58%)、数字基础设施(5.99%)、共享性(3.79%)、绿色发展(2.05%)。从指标层来看,障碍度平均值在 0.21%~11.73%,障碍度较大前 10 位的指标分别是外资企业建筑业占比(11.73%)、信息技术服务收入(6.16%)、软件业务收入(5.89%)、规模以上工业企业 R&D 人员折合全时当量(人年)(4.94%)、建筑业企业技术装备率(4.52%)、电子商务采购额(4.41%)、建筑业城镇单位就业人员(4.22%)、信息传输、软件和信息技术服务业城镇单位就业人员(4.20%)、专利申请数(4.05%)、建筑业企业动力装备率(4.02%),表明数字经济是制约协调性水平的主要方面。

具体而言,在数字经济方面,数字产业化对协调性的制约最为明显,其次是数字创新,表明利用现代信息技术的市场化应用,推动数字产业的形成和发展有待提升。其中,数字产业化中信息技术服务收入和软件业务收入两个障碍度指标较大。在建筑业高质量发展方面,协调性的制约性最为明显,其次是规模效益和创新性,协调性中外资企业建筑业占比障碍度较大,创新性中建筑业企业技术装备率和建筑业企业动力装备率障碍度较大,这表明建筑企业中外商投资力度不大,同时对于建筑行业创新性投入有待提升。

4 结论与建议

4.1 结论

1)2011—2020 年 10 年间,中国数字经济发展指数,除东部地区先上升后略有下降以外,中部地区和西部地区均呈现出上升的趋势,且东部地区数字经济发展指数远高于中西部地区,而中部地区和西部地区均远低于全国平均水平。平均来看,数字经济发展水平偏低,且地区差异较大,有待大幅度提升。

2)2011—2020 年 10 年间建筑业高质量发展指数东部地区远高于中西部地区,且中西部地区低于全国均值,总体来看,建筑业高质量发展指数出现先增长后下降的趋势。

3)研究时期内,东部地区北京、广东和江苏在数字经济与建筑业高质量发展耦合协调保持较高的状态,西部地区大部分省份均处于中低水平程度的协调状态,总体来看,数字经济与建筑业高质量发展协调水平较低,表明两系统协调发展中存在很大的提升空间。

4)在数字经济方面,数字产业化和数字创新是制约着协调发展主要障碍,在建筑业高质量发展方面,协调性和创新性成为制约协调的主要因素。

4.2 建议

1)强化建筑企业数字化转型意识。数字化建设已经成为经济高质量发展的重要引擎,数字化建设与工程建设行业的融合越来越深,建筑业数字化也是势在必行。各省地方政府通过宣传,树立示范企业和典型项目强化建筑企业数字化转型意识;企业需对政府相关政策的进行认真解读和分析,认识数字化转型对建筑企业的意义和实现建筑业高质量发展的必要性及紧迫性。

2)大力推进数字产业化。通过发展壮大电子信息制造业,培育壮大人工智能、大数据、区块链、云计算、网络安全等新兴数字产业,提升通信设备、核心电子元器件、关键软件等产业水平,拓展新一代信息技术在建筑业中应用场景。

3)提升建筑企业创新水平。建筑业作为传统行业,在生产方式较为落后,因此,需要从管理上、技术上进行改革创新,加大科技投入资金力度,积极推进新技术和新材料、新工艺、新设备的应用,针对不同项目技术难点,进行工艺革新,提升建筑企业施工技术水平,走低碳、绿色化发展道路,减少材料消耗与环境污染等问题。

4)推动建筑业数字化转型,提升规模效益水平。当前建筑业仍是一个劳动密集型产业,建造方式较为传统落后,发展效益低下、发展不充分的问题依旧突出,对于大数据等先进技术应用程度还很低。落后的生产方式难以满足建筑业高质量发展要求,因此,有必要将数字化、信息化技术应用到工程建设与企业管理当中。BIM 作为建筑业数字化管理的重要技术手段,作为数据载体,是实现从设计到建造再到运维的基于数据驱动的建筑全生命周期管理的重要途径。因此,必须加快 BIM 技术在工程全周期的集成应用,实现设计、采购、生产、建造、交付、运行维护等阶段的信息共享。并同时打造建筑业互联网平台通过岗位数字化、项目管理数字化和企业管理数字化帮助建筑企业实现业务创新、组织改革、商业重塑,有效实现建筑企业转型升级,提升规模效益水平。

5)培养数字建筑专业化复合化人才。数字化转型的关键是人才。当前建筑从业人员专业技术人才短缺,企业要鼓励建筑从业人员参与教育培训,提升专业技能和职业素养。同时,要加强企业与高校合作,打造产学研合作基地,通过组建实训基地、开启联合培养和订单式培养等形式,大力培养大数据技术和建筑专业技术的高质量复合型人才。

6)不同地区数字经济与建筑业高质量发展耦合协调存在差异,应该采用差异化发展战略,对于东部地区,数字经济与建筑业高质量发展耦合协调度高,应鼓励数字经济与建筑业的融合发展,加快建筑业数字化转型升级;对于中西部地区,数字经济与建筑业高质量发展耦合协调度低,一方面,政府需加大数字化产业基础设施的投入和建筑创新投入,提升技术成果转化能力,另一方面应当加强对数字经济发展的政策引导和宣传,鼓励企业逐步实现数字化转型,循序渐进,树立典型。此外,东西部地区还应充分发挥自己优势,相互合作,促进建筑业高质量发展。

参考文献

- [1] 韩凤芹,陈亚平. 数字经济的内涵特征、风险挑战与发展建议[J]. 河北大学学报(哲学社会科学版),2022,47(2):54-61.
- [2] 陈梦根,张鑫. 中国数字经济规模测度与生产率分析[J]. 数量经济技术经济研究,2022,39(1):3-27.
- [3] 盛斌,刘宇英. 中国数字经济发展指数的测度与空间分异特征研究[J]. 南京社会科学,2022(1):43-54.
- [4] 廖信林,杨正源. 数字经济赋能长三角地区制造业转型升级的效应测度与实现路径[J]. 华东经济管理,2021,35(6):22-30.
- [5] 余东华,王梅娟. 数字经济、企业家精神与制造业高质量发展[J]. 改革,2022,35(6):22-30.
- [6] 孙继德,郑冕,傅家雯. 新时代建筑业高质量发展的内涵与政策建议[J]. 建筑经济,2019,40(5):5-9.
- [7] 项勇,郑茂,代天卉. 我国建筑业高质量发展动力因素及影响机理研究[J]. 建筑经济,2019,40(12):15-20.
- [8] 高华建,李小冬,高晓江. 建筑业高质量发展评价指标体系研究[J]. 工程管理学报,2021,35(1):1-6.
- [9] 吴翔华,张利婷. 建筑业高质量发展综合评价研究:以江苏省为例[J]. 建筑经济,2021,42(12):20-26.
- [10] 傅为忠,黄帅. 基于熵值法和聚类分析法的建筑业高质量发展评价研究:以长三角城市群为例[J]. 工程管理学报,2021,35(1):7-12.
- [11] 孙洁,龚晓南,张宏,等. 数字化驱动的建筑业高质量发展战略路径研究[J]. 中国工程科学,2021,23(4):56-63.
- [12] FORCAEL E, FERRARI I, OPAZO-VEGA A, et al. Construction 4.0: a literature review[J]. Sustainability 2020,12(22):1-28.
- [13] CRAVEIRO F, DUARTE J P, BARTOLO H, et al. Additive manufacturing as an enabling technology for digital construction: a perspective on Construction 4.0[J]. Automation in construction,2019,103:251-267.
- [14] 段秀芳,徐传昂. 中国数字经济与经济高质量发展耦合协调机理研究[J]. 商业经济,2021(6):3-8.
- [15] 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.
- [16] 万晓榆,罗焱卿. 数字经济发展水平测度及其对全要素生产率的影响效应[J]. 改革,2022(1):101-118.
- [17] 邓荣荣,张翔祥,陈鸣. 数字经济发展与经济增长质量耦合度的时空演变及驱动因素:数值测算与实证分析[J]. 南京财经大学学报,2021(5):33-43.

Research on the Coupling and Coordination of Digital Economy and High-quality Development of Construction Industry:

An empirical analysis based on 31 province-level division samples

ZHANG Aiguo¹, LIU Ronggui², MA Yingli¹

(1. School of Architectural Engineering, Nantong Institute of Technology, Nantong Jiangsu 226001, China;

2. School of Civil Engineering and Mechanics, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu 212000, China)

Abstract: Taking 31 province-level division as the research area, the entropy weight method is used to measure the Digital Economy and the high-quality development index of the construction industry from 2011 to 2020. The coupling degree of the two is calculated through the coupling degree model, based on the coupling coordination classification standard, and the spatial characteristic distribution of coupling coordination degree in 31 provinces, regions and municipalities was analyzed. Finally, the main obstacle factors affecting coordination degree are found by obstacle degree model. The results show that: ①During the study period, the digital economic index of the whole country showed an upward trend, but the digital economic development index of the eastern region was far higher than the Midwestern Sectional Figure Skating Championships. And the central and western regions are far below the national average level. ②Overall, the construction industry high-quality Development Index after the first increase in the trend of decline. The construction high-quality development index in the East is well above the Midwestern Sectional Figure Skating Championships. ③The coupling and coordination between the Digital Economy and the high-quality development of the construction industry in Beijing, Guangdong and Jiangsu in the eastern region remain relatively high, while most of the provinces in the western region are in the coordination state at a medium and low level, our Country Digital Economy and the construction industry high quality development coordinated level is low, indicated that two systems coordinated development exists the very big rise space. ④In the digital economy aspect, digital Industrialization and digital innovation have become the main obstacles to the coordinated development of the two systems, and in the high-quality development of the construction industry, the coordination and innovation have become the main obstacles to the coordinated development. Based on the empirical conclusion, this paper puts forward the corresponding suggestions.

Keywords: digital economy; construction industry; high quality development; coupling and coordination