



经营与管理
Management and Administration
ISSN 1003-3475, CN 12-1034/F

《经营与管理》网络首发论文

题目：长三角产业数字化与高质量发展测度与耦合协调研究
作者：曾彬绮，曾顺洋，肖维鸽
DOI：10.16517/j.cnki.cn12-1034/f.20220922.001
网络首发日期：2022-09-26
引用格式：曾彬绮，曾顺洋，肖维鸽. 长三角产业数字化与高质量发展测度与耦合协调研究[J/OL]. 经营与管理.
<https://doi.org/10.16517/j.cnki.cn12-1034/f.20220922.001>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

长三角产业数字化与高质量发展测度与耦合协调研究

曾彬绮 曾顺洋 肖维鸽

摘要: 长三角区域产业数字化水平与高质量发展水平均呈稳步提升状态, 虽然产业数字化水平起点低于高质量发展水平, 但增速高于高质量发展水平, 实现从滞后到领先的飞跃。域内三省一市区位条件、资源禀赋存在差异, 产业数字化与高质量发展水平存在显著差距。长三角三省一市产业数字化与高质量发展的耦合协调度呈持续上升态势, 且集中处于中度和高度耦合协调阶段, 均未达到极度耦合协调阶段, 仍存在一步改进的空间。建议: 完善基础设施建设, 推动传统产业转型升级; 提升产业数字化科技创新能力, 攻关核心“卡脖子”技术; 聚焦数字政府和智慧城市建设, 开拓数字化治理新格局。

关键词: 长三角地区; 产业数字化; 高质量发展; 耦合协调度

一、引言

信息化席卷全球, 随着人工智能、5G 通信、云计算、区块链等现代信息技术的应用普及, 数字经济蓬勃发展, 成为助推区域高质量发展的重要动力。

长江三角洲(以下简称长三角)地区是我国经济发展最活跃、开放程度最高、创新能力最强的区域之一^[1], 也是“一带一路”倡议与长江经济带国家战略的重要衔接地带。作为我国经济社会发展的强劲活跃增长极, 长三角在国家现代化建设和改革开放格局中具有举足轻重的战略地位。2017 年, 我国经济由高速增长阶段转向高质量发展阶段。2018 年, 长江三角洲区域一体化发展上升为国家战略, 对长三角一体化提出了更高的要求。

长三角高质量发展离不开一体化, 需要通过一体化协调, 实现长三角高质量一体化发展, 关键是要发挥数字经济的引领作用。2019 年, 《长江三角洲区域一体化发展规划纲要》出台, 明确打造数字长三角, 以数字经济助推长三角高质量一体化发展。产业数字化作为数字经济的重要支撑引擎, 近年来主导地位进一步巩固, 是长三角区域数字经济发展的主攻方向。据中国信通院《长三角数字经济发展报告(2021)》数据显示, 2020 年, 长三角产业数字化总量达到 8.05 万亿, 占长三角数字经济总量的 74.33%, 长三角三省一市产业数字化规模在数字经济总体规模占比超过 60%。此外, 长三角加快推动传统产业转型升级, 成为全国产业数字化的领跑者。在中国特色社会主义新时代背景下, 长三角该如何适应国家发展战略, 抢抓数字经济发展变革时间窗口, 产业数字化该如何助推长三角地区实现高质量一体化发展, 是当前面临的重大问题。因此, 考察长三角产业数字化和高质量发展的关系, 对把握数字经济机遇, 发挥产业数字化引擎作用, 提高长三角地区辐射带动全国高质量发展, 具有重要的

理论和实践指导意义。

二、文献回顾与评述

针对研究主题，主要围绕以下三类文献进行回顾与评述：一是关于产业数字化研究；二是关于长三角高质量发展研究；三是关于产业数字化与长三角高质量发展作用关系研究。

2020年，党的十九届五中全会通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》提出加快数字化发展。发展数字经济，推进数字产业化和产业数字化，推动数字经济和实体经济深度融合，打造具有国际竞争力的数字产业集群。依托良好的政策导向，学者们从不同角度对产业数字化进行了研究，主要集中在以下两个方面：一方面，是关于产业数字化的理论内涵与测算研究。关于产业数字化的理论内涵，《中国数字经济发展白皮书（2021）》较为权威的定义是：产业数字化为传统产业应用数字技术所带来的产出增加和效率提升部分^[1]。肖旭等（2019）、吴福象（2020）指出，产业数字化是传统产业借助数字技术提升生产数量和生产效率的过程^[2-3]。曹正勇（2018）则认为，产业数字化是对产业链上下游全要素的数字化升级、转型和再造^[4]。关于产业数字化的测算研究，现行研究主要采用投入产出法^[5]、增加值测算法^[6]、熵权法^[7]对产业数字化进行全面测算。另一方面，是关于产业数字化的影响研究。目前，多数研究主要从数字经济宏观层面解释其影响作用，鲜有研究聚焦于产业数字化的具体维度来分析产业数字化的影响作用。根据研究角度不同，数字经济的影响作用大体上可以分为“宏观—中观—微观”三个层面。在宏观层面而言，数字经济推动经济运行系统重构、经济效率提升和经济创新力提高^[8]，且有利于重塑全球产业链分工^[9]；就中观层面而言，数字经济可以优化就业结构^[10]、扩大就业市场规模^[11]；从微观层面而言，数字经济引领产业高质量发展^[12]，主要体现在其可驱动产业结构优化^[13]、助推传统产业转型升级^[14]。

当前，学术界关于长三角高质量发展的讨论，主要集中在内涵界定、测算研究和影响因素等方面。关于高质量发展的内涵，学者虽然提出了不同的见解，但存在一定的共性。总体上看，是围绕“五大新发展理念”阐释^[15]，更多的学者从经济层面强调高质量发展^[16-17]。根据已有研究，鲜有文献从区域发展的视角来讨论高质量发展，长三角高质量发展的内涵也还没有明确统一的定义。一些学者通过测度与评价，从不同层面探究了长三角高质量发展的现状水平，熵权法是目前学者普遍采用的测度方法^[18-19]。此外，也有学者采用因子k均值分析方法^[20]、主成分分析法^[21]和投入产出法^[22]来衡量长三角高质量发展的综合指标。

关于长三角区域高质量发展的影响因素研究，一直是学术热点。多数学者聚焦于长三角经济高质量发展的影响因素探究，如刘洁等（2022）、武云亮等（2021）、管昌玲等（2022），分别从人口聚集、环境规制及经济韧性角度进行经济层面的探讨^[23-25]。此外，还有部分学者分别从科技进步^[26]、对内融合与对外开放^[27]及人才吸引力^[28]等视角出发，探究了上述因素对长三角高质量发展的影响。

产业数字化和长三角高质量发展是双向作用关系，两者相互影响。现有文献普遍认为，

数字经济对长三角区域高质量发展具有显著提升作用。例如，王庆喜等（2020）认为，数字经济发展对推动长三角一体化有显著正向影响^[29]。廖信林等（2021）指出，数字经济可赋能制造业转型升级，对长三角高质量发展有显著推动作用^[30]。胡艳等（2022）则通过基准检验发现，数字经济发展能够显著提升长三角城市的经济韧性^[31]。需要说明的是，有关长三角区域产业数字化对高质量发展的学术研究还处于早期阶段，仅有少量文献分析了产业数字化对长三角高质量发展存在正向的推动作用。傅为忠等（2021）指出，长三角区域产业数字化与制造业高质量发展的耦合协调水平呈现上升态势^[32]。

综上所述，尽管现有文献对于产业数字化或长三角高质量发展的内涵、测算研究、影响因素的研究成果颇丰，但是，具体到产业数字化助推长三角高质量发展的研究还存在进一步拓展的空间。基于此，本研究在综合梳理现有文献的基础上，根据长三角三省一市 2011—2020 年的面板数据，分别构建长三角产业数字化和高质量发展评价指标体系，采用熵值法测算两者的综合发展水平，并分析两者的耦合协调水平，提出产业数字化视角下长三角高质量发展的思路及对策建议。不同于已有研究，此项研究具有如下创新点：一是在研究视角方面，不同于大部分学者从国家或者省份角度，而是从区域角度对长三角经济高质量发展水平进行综合评价；二是在研究对象方面，与多数研究以数字经济为切入点不同，而是从产业数字化这一具体维度，系统分析其对长三角高质量发展的作用机理。

三、产业数字化和高质量发展的耦合协调机理

耦合属于物理学范畴的概念，是指两个或两个以上的系统或要素，通过各种相互作用而彼此影响的现象^[33]。协调是基于这种互动而形成的良性关联性的集中体现，是表征系统从无序走向有序的一种趋势^[34]。

从系统的视角看，产业数字化与高质量发展是两个既复杂又相对独立的系统，两个子系统通过各自的耦合元素相互作用、影响，形成新的耦合共生关系。产业数字化通过赋能、提质、倍增效应，为高质量发展提供基础支撑；反过来，高质量发展通过转型、升级、迭代手段，为产业数字化提供发展动能。两者通过资金、技术、人才、信息、生产要素的双向流动，推动资源的整合配置，为实现长三角地区高质量一体化融合发展作出巨大贡献。

两个子系统的耦合协调机理，如图 1 所示：

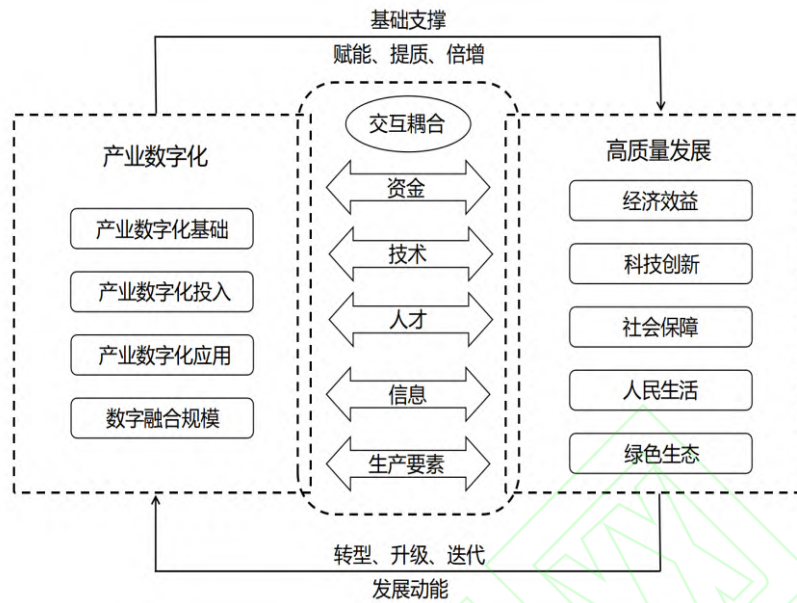


图1 产业数字化和高质量发展耦合协调机理

产业数字化对高质量发展存在驱动作用。随着通信技术、移动网络及交通设施等基础设施建设的普及，数字技术不断扩散和创新，从而产量增加和效率提高，进一步实现对经济效益的叠加和倍增作用；科技创新必然离不开对数字技术革新的投入，只有扩大数字化投入的范围，加大研发、人员、专利、资金及信息化等全方位和全链条的数字化技术革新支持力度，突破关键核心技术，才能为科技创新发展提供有利的支撑和保障；数字化应用拓宽了数字应用场景，推动社会治理数字化智能化转型和数字政府建设，进而提升社会整体福利保障和人民生活水平质量；数字应用提高了经济增长率和生态效率，数字技术为绿色经济提供动力，充足的资金加大了生态保护力度，优化了生态环境，绿色消费和绿色产品得到传播，有利于高质量发展；数字融合规模的扩大消除了数字鸿沟，提高了数字技术的普适性，数据要素在区域内合理配置和融合利用，助推长三角地区数字经济和数字社会的高质量一体化发展。

高质量发展也对产业数字化存在同频的响应作用。一方面，高质量发展促进经济增长，经济增长又推动产业结构向更高级化、合理化转型升级，催生传统产业的新模式、新业态，进而对数字技术提出了更高的要求，助推数字技术进步和创新，加速产业数字化进程；另一方面，高质量发展是解决当前社会矛盾的重要途径，这将促进现代化信息手段的革新和优化，强化数字赋能，加快重要领域数字应用，实现数据要素和传统要素的组合迭代、交叉融合，加快产业数字化发展。

可见，产业数字化和高质量发展有着紧密相连的耦合协调关系，它们相互影响、彼此促进。只有两大子系统协调发展，整个系统才能达到一个动态平衡的状态。因此，要积极推动产业数字化和高质量发展协同进步，最终实现地区高质量一体化发展的终极目标。

四、指标体系与模型构建

（一）指标体系构建

1. 样本选取与数据来源

选取长三角三省一市（苏、浙、沪、皖）作为研究对象。样本时间跨度为 2011—2020 年。研究数据主要来自历年《中国统计年鉴》，部分数据来自各省市统计年鉴、商务部和工业和信息化部等官方统计网站。为保证数据的完整性，对于少量年份缺失的数据采取多重插补法进行估算。

2. 长三角产业数字化评价体系

现有研究表明，对于产业数字化的衡量标准虽尚未达成一致共识，但多数学者从规模水平、创新水平、效益水平几个方面构建产业数字化的评价指标体系^[7, 35]。这里借鉴由省统计局和省经信厅联合公布的《2021 浙江省数字经济发展综合评价报告》，并参考傅为忠等（2021）、刘钊等（2021）的研究成果^[32, 36]，最终明确从产业数字化基础、产业数字化投入、产业数字化应用和数字融合规模 4 个维度，选取 14 项指标对长三角产业数字化发展水平进行测度。长三角产业数字化评价指标体系，如表 1 所示：

表 1 长三角产业数字化评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标解释	指标单位	指标属性
产业数字化基础	基础设施能力	光缆覆盖	光缆线路长度	公里	+
	互联网普及	网络普及	互联网宽带接入端口/年末常住人口数	%	+
	移动电话普及	移动电话普及	移动电话普及率	部/百人	+
产业数字化投入	研发投入	研发投入强度	规上工业企业 R&D 经费支出/规上工业企业主营业务收入	%	+
	人员投入	人员投入强度	规模以上工业企业 R&D 人员全时当量	人年	+
	专利投入	发明专利	规上工业企业有效发明专利数/规上工业企业专利申请数	%	+
	资金投入	财政支持	地方财政科学技术支出	亿元	+
	信息化投入	计算机使用	企业每百名员工使用计算机数	台	+
产业数字化应用	企业网站	企业网站数	每百家企业拥有网站数	个	+
	信息业务收入	软件收入	软件业务收入	万元	+
	经营绩效	新品收入比	规上工业企业新产品销售收入	%	+
	绿色水平	固废排放	工业固体废物产生量/工业增加值	万吨	-
数字融合规模	企业数字化能力	电商企业	有电子商务交易活动企业占比	%	+
		电商交易	电子商务销售额	亿元	+

3. 长三角高质量发展评价体系

通过对高质量发展的相关文献的梳理归纳可知，学者们总体上以新时代“五大发展理念”为评价准绳，围绕“创新、协调、绿色、开放、共享”五个维度，构建和完善高质量发展评价指标体系。长三角高质量发展除了要考虑经济、政治、生态、民生等多个方面的综合发展因素，还应该关注长三角的区域特色。这里借鉴郑瑞坤等（2021）、武云亮等（2021）的指标体系建立方法^[18, 24]，将经济效益、科技创新、社会保障、人民生活及绿色生态五个维度作为一级指标，选取 18 项三级指标构建长三角高质量发展综合评价指标体系。长三角高质

量发展评价指标体系，如表 2 所示：

表 2 长三角高质量发展评价指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	指标解释	指标单位	指标属性
经济效益	经济发展	人均地区生产总值	地区生产总值/年平均人口	元/人	+
	产业结构	产业结构合理化	第三产业增加值/地区 GDP	亿元	+
	就业水平	失业率	城镇登记失业率	%	-
科技创新	消费水平	消费水平	社会消费品零售总额/地区 GDP	%	+
	创新投入	R&D 经费投入强度	规上工业企业 R&D 经费内部支出/地区 GDP	%	+
		R&D 人员投入	规上工业企业 R&D 人员全时当量/规上工业企业就业人数	%	+
	创新产出	人均专利占有量	国内三种专利授权量/年末常住人口数	项/万人	+
	创新环境	人均图书拥有率	人均拥有公共图书馆藏量/常住人口	册/万人	+
社会保障	交通水平	人均城市道路面积	城区道路面积/(城区人口+城区暂住人口)	平方米	+
	医疗水平	卫生机构床位数	卫生机构床位数	张	+
	教育投入	财政教育支出占财政支出比重	财政教育支出/财政支出	亿元	+
人民生活	人均可支配收入	人均可支配收入	工资性收入+经营净收入+转移净收入	元	+
	社会保障和就业水平	财政社会保障及就业支出占财政支出比重	社会保障及就业支出/财政支出	亿元	-
绿色生态	污染减排	单位 GDP 废水排放	工业废水排放总量/地区 GDP	吨/亿元	-
		单位 GDP 废气排放	工业二氧化硫排放量/地区 GDP	吨/亿元	-
		单位 GDP 烟尘排放量	工业烟尘排放量/地区 GDP	吨/亿元	+
	绿色环保	建成区绿化覆盖率	建成区绿化覆盖/建成区面积	%	+
		公园绿地面积	公园绿地面积	万公顷	+

(二) 模型构建

1. 基于熵权法的综合水平模型

为避免主观赋值法造成的影响，基于面板数据，采用客观赋值的熵值法确定各项指标的权重，从而得到产业数字化和长三角高质量发展的综合评分。熵值可以用来判断某个指标的离散程度，指标的离散程度越大，说明该指标对综合评价的影响越大，对研究整体影响程度越深。

基于熵值法的指标权重确定和综合评分测算过程如下：

(1) 指标选取：设有 r 个年份， n 个省市， m 项指标， $x_{\theta ij}$ 为第 θ 年省份 i 的第 j 个指标值。

(2) 无量纲化处理：为了消除各数据指标之间单位、量纲和属性差异造成的影响，首

先采用极差法标准法对原始数据进行无量纲化处理，计算公式如下：

对于正向指标（+）：

$$x'_{\theta ij} = \frac{x_{\theta ij} - \min(x_{\theta ij})}{\max(x_{\theta ij}) - \min(x_{\theta ij})}$$

对于负项指标（-）：

$$x'_{\theta ij} = \frac{\max(x_{\theta ij}) - x_{\theta ij}}{\max(x_{\theta ij}) - \min(x_{\theta ij})}$$

其中， $x_{\theta ij}$ 和 $x'_{\theta ij}$ 表示不同指标 j 的原始值和标准化值； $\max(x_{\theta ij})$ 和 $\min(x_{\theta ij})$ 分别为第 j 项指标的最小值和最大值。

(3) 平移处理：为避免求熵值时出现零和负值而使对数处理无意义，对无量纲化后的数值进行平移处理，计算公式如下：

$$x''_{\theta ij} = x'_{\theta ij} + 0.0001$$

(4) 归一化处理：计算第 i 年份在第 j 项指标下所占的比重，计算公式如下：

$$y_{\theta ij} = \frac{x''_{\theta ij}}{\sum_{\theta=1}^r \sum_{i=1}^n x'_{\theta ij}}$$

(5) 计算第 j 项指标的信息熵值 e_j ：信息熵越大，信息的效用价值越大，计算公式如下：

$$e_j = -K \sum_{n=1}^r y_{\theta ij} \ln y_{\theta ij}, \text{ 其中 } K \text{ 为常数, } K = \frac{1}{\ln rn}$$

(6) 计算第 j 项指标的差异性系数 d_j ，计算公式如下：

$$d_j = 1 - e_j$$

(7) 计算第 j 项指标的权重 w_j ，计算公式如下：

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j}$$

(8) 加权求和公式的综合评分测算，计算公式如下：

$$u_i = \sum_{j=1}^m x''_{\theta ij} w_j$$

2. 耦合度模型

耦合度用以描述子系统或要素间彼此相互作用影响的程度。借鉴耦合度函数，来衡量产业数字化和高质量发展之间相互作用的强弱程度和内在协同机制。耦合度 C 的具体计算公式如下：

$$C = \frac{2\sqrt{U_1 \times U_2}}{U_1 + U_2}$$

其中， C 为耦合度， U_1 、 U_2 分别为产业数字化和高质量发展综合评价指数；二元子系统耦合度 $C \in [0, 1]$ ， C 值越大表示紧密耦合，系统间耦合度越强；反之， C 值越小则表示系统耦合度越弱。

3. 耦合协调度模型

耦合度只能说明各子系统相互作用程度的强弱，却无法反映协调发展水平的高低^[37]。当两系统同步处于低水平发展阶段，即 U_1 和 U_2 的值均较小时，会得到耦合度值虚高的错误结果。为了更加科学准确地反映系统间的同步程度和协调效应，引入耦合协调度模型，具体公式如下：

$$D = \sqrt{C \times T}, \quad T = \alpha U_1 + \beta U_2$$

其中， D 为耦合协调度， T 表示二元子系统综合协调指数； α 、 β 为待定系数，且 $\alpha + \beta = 1$ 。考虑到两个子系统具有同等作用，故设定 $\alpha = \beta = 1/2$ 。

参考已有研究的评判准则，采用中值分段法，将耦合协调发展程度划分为 4 个区间，并将耦合协调度测算结果进行对照评估，耦合协调度等级划分标准，如表 3 所示：

表 3 耦合协调度等级划分标准

协调度	协调等级
(0, 0.3]	低度耦合阶段
(0.3, 0.5]	中度耦合阶段
(0.5, 0.8]	高度耦合阶段
(0.8, 1]	极度耦合阶段

五、实证分析

(一) 产业数字化与长三角高质量发展综合水平分析

1. 产业数字化和高质量发展总体水平分析

基于长三角三省一市面板数据的熵值法，测算出 2011—2020 年产业数字化与高质量发展水平，结果如图 2 所示：

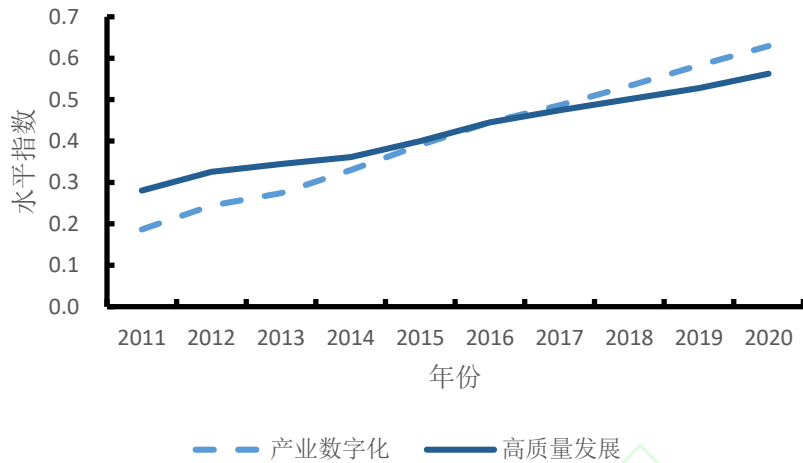


图2 长三角产业数字化与高质量发展总体水平

显然，2011—2020年，长三角产业数字化和高质量发展的综合水平呈逐年上升趋势。其中，产业数字化发展成效显著，从2011年的0.186上升到2020年的0.630，主要得益于在科技革命和产业变革的背景下，长三角区域抢抓数字经济变革时间窗口，加快重要领域数字应用，推动传统产业转型升级。高质量发展水平相对趋缓，从2011年的0.280上升到2020年的0.562，表明长三角坚持新发展理念，加快推动高质量发展。综合对比两者的发展水平趋势，产业数字化水平从滞后到领先，在2017年反超高质量发展水平。究其原因，数字经济政策规划起步早，产业布局全，为长三角高质量一体化发展注入新动能。此外，叠加疫情因素，长三角数字经济“补位”作用凸显，产业数字化主导地位进一步巩固，率先助力长三角实现复苏。

2. 产业数字化与高质量发展各区域水平分析

经过测算，长三角三省一市2011—2020年产业数字化与高质量的区域水平，如表4所示：

表4 长三角产业数字化与高质量发展区域水平

产业数字化发展水平										
区域	2011年	2011年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
上海市	0.247	0.309	0.321	0.405	0.468	0.519	0.542	0.573	0.607	0.650
江苏省	0.271	0.344	0.396	0.447	0.511	0.577	0.643	0.686	0.746	0.820
浙江省	0.206	0.249	0.288	0.333	0.404	0.451	0.488	0.555	0.618	0.649
安徽省	0.022	0.075	0.091	0.134	0.178	0.234	0.273	0.319	0.359	0.399
均值	0.186	0.244	0.274	0.330	0.390	0.445	0.487	0.533	0.583	0.630
高质量发展水平										
区域	2011年	2012年	2013年	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
上海市	0.521	0.551	0.539	0.537	0.567	0.627	0.648	0.646	0.680	0.699
江苏省	0.261	0.320	0.347	0.368	0.397	0.437	0.465	0.501	0.529	0.572

浙江省	0.242	0.305	0.332	0.356	0.383	0.422	0.460	0.501	0.531	0.566
安徽省	0.098	0.127	0.160	0.183	0.251	0.293	0.325	0.355	0.371	0.413
均值	0.280	0.326	0.345	0.361	0.400	0.445	0.474	0.501	0.528	0.562

(1)产业数字化水平分析。江苏省始终稳居第一，从2011年0.271上升到2020年0.820，在几个省市中增幅较大，产业数字化规模逐年扩大；上海市总体位列第二，从2011年0.247上升到2020年0.650，前期与江苏省差距不大，但后期由于增速放缓，与江苏省差距拉大；浙江省总体位居第三，从2011年0.206上升到2020年0.649，前期与上海市有一定差距，后期随着增速加大，逐渐缩小了与上海市的差距；安徽省始终居于末位，从2011年0.022上升到2020年0.399，前期虽然与其他几个省市有较大的差距，但在后期加入长三角地区后，产业数字化水平得到了显著提升。

(2)高质量发展水平分析。上海市常年居于领先地位，从2011年0.521提高到2020年0.699，高质量发展水平远高于其他几个省市；江苏省和浙江省高质量发展水平相对接近，江苏省总体略高于浙江省，两省2011年均为0.25左右，2020上升到0.55左右，差距逐年缩小，但与上海市仍存在一定差距；安徽省一直居于末位，虽然总体呈上升趋势，但是发展水平表现远低于长三角区域均值。2011—2014年增速较缓，发展水平低于0.2，直到2015年突破0.2之后呈现较快的速度增长，表明安徽省在加入长三角地区之后，受长三角区域辐射带动作用增强，全省高质量发展水平得到质的飞跃。

(二) 产业数字化与高质量发展耦合协调度分析

1. 产业数字化与高质量发展耦合协调总体分析

耦合度和耦合协调度有着本质的区别。耦合度描述了产业数字化和高质量发展之间相互依赖或制约的作用关系强弱，耦合协调度则表明两者相互作用关系中耦合程度的大小，它可以体现出协调状态的好坏程度。结合产业数字化和高质量发展的综合得分，运用耦合度和耦合协调度模型，可以计算出长三角三省一市历年均值的耦合度C值和耦合协调度D值，如图3所示：

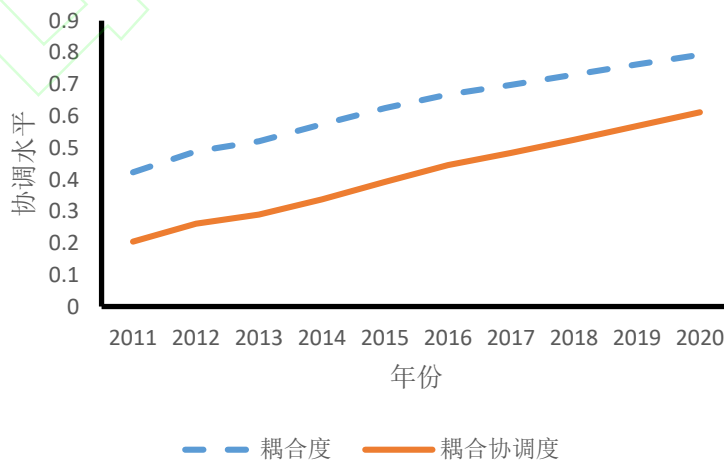


图3 长三角产业数字化与高质量发展耦合度和耦合协调度

由图 3 可见，2011—2020 年，长三角产业数字化和高质量发展的耦合度 C 和耦合协调度 D 呈持续上升态势，两者均在 0.2~0.8 之间，耦合协调度始终低于耦合度。其原因是，高质量发展水平滞后于产业数字化水平影响了耦合协调度整体水平。随着产业数字化和高质量发展的深入推进，耦合协调度呈现向好态势，与耦合度的差距逐渐缩小。通过对比耦合协调度等级划分标准可知，耦合协调度从低度耦合阶段进入到高度耦合阶段，表明在国家和各级政府的大力扶持下，数字经济和高质量协调水平得到显著提升，但离进入极度耦合阶段还有一定差距。

2. 产业数字化与高质量发展耦合协调水平各区域分析

为了进一步分析长三角地区各区域之间的协调水平差异，对长三角三省一市 2011—2020 年产业数字化与高质量发展的耦合协调度进行测算，结果如表 5 所示：

表 5 长三角三省一市各区域产业数字化和高质量发展的耦合协调度

区域	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
上海市	0.288	0.350	0.360	0.433	0.490	0.543	0.566	0.590	0.624	0.662
江苏省	0.268	0.337	0.383	0.425	0.478	0.535	0.590	0.630	0.680	0.743
浙江省	0.214	0.261	0.298	0.339	0.399	0.444	0.481	0.541	0.594	0.626
安徽省	0.028	0.084	0.103	0.144	0.192	0.247	0.284	0.328	0.362	0.403
均值	0.204	0.261	0.289	0.337	0.392	0.445	0.483	0.525	0.568	0.612

由表 5 可知，江苏省和上海市的耦合协调度均呈逐年上升趋势，2011—2016 年，两者耦合协调度相对接近且波动不大，直到 2017 年后，江苏省耦合协调水平超过上海市，并保持较快的增速，逐渐拉开与上海市的差距。这得益于江苏省高度重视产业数字化和高质量发展，以较高的产业数字化水平显著拉动了全省整体耦合协调水平。上海市自 2017 年后耦合协调度增速下降，究其原因，虽然产业数字化规模在不断扩大，但是关键核心技术仍未实现突破，数字转型和数字应用尚未完全发挥先导作用，传统产业利用数字技术改造遭遇难关。浙江省一直排在第三位，呈稳步上升趋势，2017 年后随着政府加大对产业数字化的投入，耦合协调度增速加大，并逐渐向上海市靠近；安徽省在几个地区中耦合协调度最低，且远低于均值，是唯一没有进入高度耦合阶段的地区，但是，该省在加入长三角区域后，增速有所加大，逐渐缩小与其他地区的差距。

综上所述，长三角地区产业数字化和高质量发展的耦合协调度逐步提升，总体从低度耦合阶段向高度耦合阶段迈进，但区域内仍存在较大差距。

六、研究结论与建议

（一）研究结论

以 2011—2020 年为时间跨度，建立设计长三角地区三省一市的产业数字化和高质量发展的评价指标体系，通过研究测算和实证分析产业数字化与高质量发展的综合水平、耦合协调水平，得到的主要结论如下：

长三角区域产业数字化水平与高质量发展水平均呈稳步提升状态，虽然产业数字化水平起点低于高质量发展水平，但增速高于高质量发展水平，实现从滞后到领先的飞跃。此外，由于三省一市的区位条件、资源禀赋的差异，各地区之间产业数字化与高质量发展水平存在显著差距，具体表现在江苏省和上海市产业数字化和高质量发展水平高于均值，起到带动引领全域综合发展水平的作用，而安徽省产业数字化与高质量发展水平虽然远低于全域综合水平的均值，但由于加入长三角地区之后受到整体区域辐射带动的影响，与其他省市的差距在不断缩小。

长三角三省一市产业数字化与高质量发展的耦合协调度呈持续上升态势，且集中处于中度和高度耦合协调阶段，均未达到极度耦合协调阶段，仍存在一步改进的空间。从空间角度来看，各省市内部耦合协调度呈现明显的空间分异特征：江苏省和上海市耦合协调程度优于浙江省和安徽省，促进了整体区域协同化发展水平。安徽省虽然起点低，但随着时间的推移，增速较快，逐步缩小与其他地区的差距。

（二）建议

基于上述研究结论，结合“十四五”规划中加快构建以国内大循环为主体、国内国际双循环新发展格局的重要方针，针对长三角地区以产业数字化赋能高质量发展提出以下建议：

1. 完善基础设施建设，推动传统产业转型升级

2020年，新冠肺炎疫情的突然暴发，客观上为传统产业转型升级提供了“引爆点”，数字化转型需求在短时间内急速扩张，而基础建设作为打造数字经济的重要支撑，成为了新时代背景下面对巨大外部冲击的有效保障。因此，可从以下几个方面布局新型基础设施建设，一是加快5G、数据中心、工业互联网等新一代信息基础设施部署，更好地支撑数据流、信息流高效运转，实现以数据驱动的数字化转型；二是加强新基建和传统基础设施融合，形成智能融合基础设施，加快数字孪生落地；三是统筹协调产业数字化空间布局，发挥长三角区域集群优势打造数字产业示范区，协同综合应用示范布局。

2. 提升产业数字化科技创新能力，攻关核心“卡脖子”技术

新科技革命是打造数字化转型的关键动力，是支撑经济稳定发展的新动能。为实现“卡脖子”核心技术攻关，提出以下几点建议：一是加大科技创新投入和数字技术研发力度，推动产业数字化智能化转型，构建完善的人才培养制度体系，培养和激励数字人才；二是建立科创产业融合发展体系，走“科创+产业”道路，促进创新链与产业链深度融合，加强优势产业竞争力，优化产业结构；三是协同创新政策支撑，通过研究制定改革创新试验方案，加强长三角知识产权联合保护等政策手段，协同推进创新发展。

3. 聚焦数字政府和智慧城市建设，开拓数字化治理新格局

数字化治理为产业数字化提供了活跃的发展环境，有利于提升全社会融合发展、信息化协同和精细化管理水平。助力数字化治理全面提升，可以从以下几个方面入手：一是发挥政府全面统筹协调管理作用，全面促进治理数字化智能转型，用数据思维重塑城市管理模式；

二是加快长三角政务服务数据资源开放共享,通过搭建长三角一体化数据共享交换平台,合理配置数据资源,提高政府公共服务水平;三是打造区域城市大脑集群,融通共享跨区域城市大脑数据,加强城市公共管理、公共安全等领域探索,深化数字化治理场景应用。

总的来说,长三角地区应该充分利用产业数字化释放的红利,加快重要领域数字转型、数字应用和数字治理,打造数字长三角,推动新旧动能持续转换,实现以产业数字化赋能长三角高质量一体化发展。

参考文献:

- [1] 中国信息通信研究院. 中国数字经济发展白皮书 [DB/OL]. (2021-04-23) [2022-08-25]. www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/202104/P020210424737615413306.pdf.
- [2] 肖旭, 戚聿东. 产业数字化转型的价值维度与理论逻辑 [J]. 改革, 2019 (8): 61-70.
- [3] 吴福象. 长三角区域数字经济的发展经验评析 [J]. 学术前沿, 2020 (17): 58-65.
- [4] 曹正勇. 数字经济背景下促进我国工业高质量发展的新制造模式研究 [J]. 理论探讨, 2018 (2): 99-104.
- [5] 王贵铎, 崔露莎, 郑剑飞, 等. 数字经济赋能制造业转型升级: 异质性影响机理与效应 [J]. 统计学报, 2021 (5): 9-23.
- [6] 蔡跃洲, 牛新星. 中国数字经济增加值规模测算及结构分析 [J]. 中国社会科学, 2021 (1): 4-30, 204.
- [7] 陈瑞义, 戴静. 数字产业化和产业数字化耦合协调性研究: 以江苏省为例 [J]. 经济论坛, 2022 (2): 63-75.
- [8] 左鹏飞, 陈静. 高质量发展视角下的数字经济与经济增长 [J]. 财经问题研究, 2021 (9): 19-27.
- [9] 王春晖. 繁荣数字经济的基本方略 [J]. 中国信息安全, 2018 (3): 30-34.
- [10] 叶胥, 杜云晗, 何文军. 数字经济发展的就业结构效应 [J]. 财贸研究, 2021 (4): 1-13.
- [11] 李丽. 数字经济对就业的影响及应对策略 [J]. 经济问题, 2022 (4): 37-42.
- [12] 祝合良, 王春娟. “双循环”新发展格局战略背景下产业数字化转型: 理论与对策 [J]. 财贸经济, 2021 (3): 14-27.
- [13] 张璐菲, 袁平红. 数字经济驱动中国产业结构优化升级研究 [J]. 洛阳师范学院学报, 2022 (2): 61-68.
- [14] 唐毅青. 产业数字化赋能成渝经济圈发展路径研究 [J]. 商业经济研究, 2021 (14): 93-97.
- [15] 任保平, 李禹墨. 新时代我国高质量发展评判体系的构建及其转型路径 [J]. 陕西师范大学学报 (哲学社会科学版), 2018 (3): 105-113.

- [16]金碚. 关于“高质量发展”的经济学研究[J]. 中国工业经济, 2018(4): 5-18.
- [17]任保平. 新时代中国经济从高速增长转向高质量发展: 理论阐释与实践取向[J]. 学术月刊, 2018(3): 66-74, 86.
- [18]郑瑞坤, 汪纯. 长三角高质量发展的空间动态演变与一体化趋势[J]. 华东经济管理, 2021(4): 20-33.
- [19]闫莹, 张伟. 长江经济带城市高质量发展的区域差距和分布动态演进[J]. 长江流域资源与环境, 2022(2): 259-272.
- [20]田鑫. 长三角城市经济高质量发展程度的评估: 基于因子 k 均值方法的实证分析[J]. 宏观经济研究, 2020(3): 92-100, 119.
- [21]王青, 李佳馨, 郭辰. 城市群功能分工对经济高质量发展的影响: 基于长三角城市群面板数据的实证分析[J]. 企业经济, 2020(5): 53-61.
- [22]江静, 丁春林. 制造业和服务业深度融合: 长三角高质量一体化的战略新选择[J]. 南通大学学报(社会科学版), 2021(4): 33-42.
- [23]刘洁, 张新乐, 陈海波. 长三角地区人口集聚对经济高质量发展的影响[J]. 华东经济管理, 2022(2): 12-20.
- [24]武云亮, 钱嘉兢, 张廷海. 环境规制、绿色技术创新与长三角经济高质量发展[J]. 华东经济管理, 2021(12): 30-42.
- [25]管昌玲, 张继彤. 经济韧性与经济高质量发展的关系研究: 以长三角地区 26 个地级市为例[J]. 资源开发与市场, 2022(2): 194-201.
- [26]陈清萍. 科技进步、协同创新与长三角制造业高质量发展[J]. 江淮论坛, 2020(2): 103-112.
- [27]江三良, 赵梦婵. 新时代对内融合与对外开放再考量: 以长三角区域高质量发展的衡量为例[J]. 工业技术经济, 2018(8): 124-131.
- [28]胡本田, 曹欢. 长三角高质量一体化发展研究: 基于人才吸引力视角[J]. 华东经济管理, 2020(10): 1-10.
- [29]王庆喜, 武谨, 胡安. 数字经济与长三角区域一体化发展: 基于空间面板模型的分析[J]. 浙江工业大学学报(社会科学版), 2020(1): 39-46.
- [30]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(6): 22-30.
- [31]胡艳, 陈雨琪, 李彦. 数字经济对长三角地区城市经济韧性的影响研究[J]. 华东师范大学学报(哲学社会科学版), 2022(1): 143-154.
- [32]傅为忠, 刘瑶. 产业数字化与制造业高质量发展耦合协调研究: 基于长三角区域的实证分析[J]. 华东经济管理, 2021(12): 19-29.
- [33]ILLINGWORTH V. The Penguin Dictionary of Physics[M]. Beijing: Foreign Language

ge Press, 1996.

- [34]王进富,王亚丹,杨双双. 高新区与区域经济耦合协调发展时空格局评价研究[J]. 科技进步与对策, 2016(19): 118-124.
- [35]薛洁,胡苏婷. 中国数字经济内部耦合协调机制及其水平研究[J]. 调研世界, 2020(9): 11-18.
- [36]刘钊,余明月. 长江经济带数字产业化与产业数字化的耦合协调分析[J]. 长江流域资源与环境, 2021(7): 1527-1537.
- [37]熊建新,陈端吕,彭保发,等. 洞庭湖区生态承载力系统耦合协调度时空分异[J]. 地理科学, 2014(9): 1108-1116.

作者简介: 曾彬绮、曾顺洋, 绍兴文理学院商学院, 研究方向为产业经济; 肖维鸽, 绍兴文理学院商学院, 副教授, 硕士, 研究方向为产业经济。

责任编辑 周先进