

数字中国 10 年建设的成效评价与“十五五”推进策略: 基于大语言模型复合赋权的测度分析

任保平,冯星源

(南京大学数字经济与管理学院,江苏 苏州 215163)

摘要:数字中国建设是构筑国家竞争新优势、推进中国式现代化的核心引擎。本文立足数字中国战略演进的历史逻辑,从认知空间重构、先进生产力跃升与中国式现代化主体性重塑的三重理论视域,系统回应了国家宏观战略在测度边界、内涵表征与价值指向上的学理追问。由此依照“2522”整体框架,构建涵盖“发展基础设施建设、深度赋能效能、技术与安全能力、治理开放环境”四位一体的成效评价体系,并引入多重大语言模型进行复合赋权与检验,对 2014—2024 年 30 个省份的数字中国建设成效进行测度与分析。研究发现:数字中国建设 10 年间成效显著,整体增长动能正步入结构性换挡期;省际鸿沟总体呈现收敛态势,但除传统东西部差距外,区域内部分化也阻碍了发展均衡;在空间演化上表现出集聚与“俱乐部收敛”,层级跃迁存在路径依赖与“马太效应”。面向“十五五”时期,本文提出跨越绝对鸿沟、打破空间锁定的五大推进路径:一是构筑自立自强与安全可控的数字技术创新体系,以数字中国建设赋能新质生产力发展;二是以“智算”基础设施建设为核心,构筑智能经济新形态的底层大动脉;三是构建数据要素高水平供给体系,畅通数据资源大循环以催生新质生产力;四是拓展数智化应用场景,加快打造智能经济新形态;五是构建协同发展的国内国际双循环格局,破解空间结构黏性。

关键词:数字中国;中国式现代化;大语言模型;“十五五”规划

中图分类号:F49 **文献标识码:**A **文章编号:**1005-0566(2026)05-0001-18

Ten Year construction achievements of Digital China and the advancement strategies for the 15th Five-Year Plan:

A measurement analysis based on composite weighting by large language models

REN Baoping, FENG Xingyuan

(School of Digital Economy and Management, Nanjing University, Suzhou 215163, China)

Abstract: Digital China has become a central driver of China's effort to cultivate new national competitive advantages and advance Chinese modernization. Drawing on the historical evolution of the Digital China strategy, this paper examines the theoretical foundations of this national agenda from three perspectives: the reconstruction of cognitive space, the upgrading of advanced productive forces, and the rearticulation of the subjectivity of Chinese modernization. Following the “2522” strategic framework, we develop a four-dimensional evaluation system covering digital development foundations, deep digital empowerment, technological and security capacity, and the governance and openness environment. To enhance measurement reliability, we incorporate multiple large language models for composite weighting and valida-

基金项目:国家社会科学基金后期资助项目“数字经济赋能经济高质量发展的机制与路径研究”(23JLB011)。

作者简介:任保平(1968—),男,陕西凤县人,经济学博士,教育部长江学者特聘教授,南京大学数字经济与管理学院特聘教授、博士生导师,研究方向为数字经济与高质量发展。

tion, and assess the performance of Digital China development across 30 provincial-level regions from 2014 to 2024. The results yield three main findings. First, the overall performance of Digital China improved substantially over the sample period, although its growth momentum is now entering a stage of structural transition. Second, interprovincial disparities show a general trend toward convergence; however, beyond the conventional eastern-western divide, widening intra-regional differentiation remains an important constraint on balanced development. Third, the spatial evolution of Digital China exhibits both agglomeration and club convergence, while upward mobility across development tiers remains shaped by path dependence and Matthew effects. In response to these challenges, and with a view to the Fifteenth Five-Year Plan period, this paper proposes five policy priorities: strengthening a self-reliant and secure digital technology innovation system to foster new quality productive forces; prioritizing intelligent computing infrastructure as the foundational artery of the emerging intelligent economy; rebuilding a high-level data-factor supply system to improve data circulation and unlock productivity gains; expanding digital-intelligent application scenarios to accelerate the formation of a new intelligent economy; and promoting a coordinated dual-circulation framework linking domestic and international development to overcome spatial structural inertia.

Key words: Digital China; Chinese Modernization; LLM; 15th Five-Year Plan

习近平总书记指出：“当今时代，数字技术、数字经济是世界科技革命和产业变革的先机，是新一轮国际竞争重点领域，我们一定要抓住先机、抢占未来发展制高点。^①”从 2015 年习近平总书记在第二届世界互联网大会开幕式上首次提出“数字中国”概念，到党的二十届四中全会明确提出“深入推进数字中国建设”，数字中国建设至今历经 10 年发展，实现了从基础设施搭建到数据价值释放、从单点突破到系统协同的深刻转变^[1]。回顾 10 年历程，可划分为 3 个发展阶段：一是 2015—2017 年顶层设计谋划与理念普及；二是 2018—2020 年侧重于基础设施的全面铺开与数字政务的先行先试的体系构建；三是 2021 年至今的纵深推进，特别是随着“数据二十条”的出台和国家数据局的组建，建设重点全面转向以制度创新释放数据要素价值、以数字技术培育新质生产力为核心^[2]。数字中国建设历程实质上是数据逐步确立为新型生产要素，并对经济基础与上层建筑进行全方位渗透与重塑的过程，是生产要素形态的根本性变迁。建设核心在于确立数据作为关键生产要素，标志着经济增长动力从要素驱动向创新驱动的根本转变。这种跨越十年的战略演进使其阶段转变特征极为复杂，对理顺数字中国建设的内涵机理、客观评价数字中国建设成效提出了极高的要求。站在

新的历史节点，系统梳理数字中国 10 年建设历程，测度建设取得的重要成效，对于把握今后一个时期的数字中国建设方向，科学制定“十五五”推进策略，推动高质量发展，实现中国式现代化具有重要的历史与现实意义。

数字中国研究脉络可大致归纳为内涵机理、成效评估两大主线。第一，关于数字中国建设的理论逻辑与内涵机理的阐释，学界认为其源于“数字福建”的实践探索，具有“萌芽起步、地方探索、国家战略”3 个历史演进阶段^[3-4]。数字中国建设蕴含着维护国家安全与坚持以人民为中心的价值向度^[5]，通过提升公共服务均等化、推动要素体系与产业结构升级驱动现代化进程^[6-7]，逐渐演进为构筑国家竞争新优势的基石和引领全球信息技术革命的关键举措。在此基础上，研究深入到“五位一体”总体布局的细分领域：在数字经济方面，学者分析了中国式数字化的“S”形演进趋势及“十五五”时期的发展特征，并验证了数字政府对企业的微观赋能效应^[8-10]；在数字社会与生态领域，既有文献揭示了数字政府从信息化筹备到高效协同的演进逻辑与现实挑战^[11]，构建了数字社会建设的分析框架，并证实了数字技能对居民环境素养的提升，以及数字中国助力美丽中国建设

^① 习近平在中共中央政治局第三十四次集体学习时强调 把握数字经济发展趋势和规律 推动我国数字经济健康发展，新华网，2021 年 10 月 19 日。

的内在机理^[12-13]。第二,数字中国建设成效的量化测度与政策效应评估。多数学者采用主观或客观赋权方法构建多维指标体系进行测度,如任保平等^[14]基于“五位一体”总体布局,从经济、政务、文化、社会和生态文明5个维度构建指标体系,测度表明数字中国发展指数逐年递增,但区域差异显著。全球纵向比较上,中国数字经济建设稳步提升,与发达国家差距不断缩小,但在网络安全与创新环境方面仍有提升空间^[15]。此外,也有研究从政策评估出发,利用因果推断等方法,证实了“宽带中国”、大数据要素综合试验区等具体试点政策在赋能企业新质生产力、提升城市创业活跃度及技术创新水平等方面的积极作用^[16-18]。

综上所述,现有文献对数字中国的历史演进、战略内涵、分领域建设机理及成效评估的探索,为本文提供了坚实的理论基础。然而梳理发现,既有研究仍存在以下拓展空间:第一,在研究视域上,现有文献多侧重于数字中国建设的某一特定领域(如数字经济或数字政府)或短期内的政策效应评估,缺乏对数字中国提出10年来全景式、长周期的系统梳理与成效复盘,特别是围绕10年历程与已落地实施的“十五五”规划进行衔接性前瞻分析。第二,在策略前瞻上,虽然已有学者开始关注“十五五”时期的数字经济发展,但针对数字中国整体布局的“十五五”推进策略研究尚显不足。第三,在测度方法上,传统指标赋权手段往往受限于有限数据本身的结构,难以结合数字中国建设背景全面捕捉政策体系中所蕴含的丰富内涵,科学准确地对统计指标进行赋权。鉴于此,本文试图在现有研究的基础上系统梳理数字中国建设指标构建的理论逻辑与测度原则,并引入多重大语言模型等,对数字中国建设10年的成效评价指标体系进行赋权。最终通过构建成效评价指数,更全面、立体地复盘数字中国建设的历程与成效,精准识别当前存在的痛点与堵点,并据此提出面向“十五五”时期的推进策略,以期为新发展阶段数字中国建设提供更为科学的决策参考。

一、数字中国建设评价体系构建逻辑与维度特征

构建合理、可测的评价体系,是准确测度数字中国10年建设成效的前提与关键。数字中国建设并非无本之木,其思想源头有着深厚的实践基础与理论逻辑,呈现出从地方探索到国家战略的演进规律,因此在指标体系构建上也遵循一定逻辑规律。

(一)数字中国10年建设评价体系的构建逻辑

数字中国建设的内涵必然超越单一的技术演进或经济增长范畴,需要依靠兼具全局视野、遵循整体主义思路的系统性宏大工程承载。科学合理评价数字中国10年建设的成效,难点在于如何将宏大的国家战略转化提炼为可测度、可量化的要素体系,其核心在于溯源其理论脉络与演进逻辑,从而清晰合理地提炼数字中国建设的构成要素并划定研究边界与方向。

首先,要理清“测度什么内容”的问题。从哲学认识论来看,数字中国建设是数字化、信息化不断深化的过程,是对人类认知革命与信息革命的积极回应^[3]。传统人类认知的生理与时空局限被数字技术的群体性突破彻底打破,“数字”逐渐从单纯刻画世界的“认知方式”,深刻转变为重塑世界的“存在方式”,并最终演化为驱动人类社会发展的新型资源。这一过程推动了从“实体经验”到“数据映射”、从“单一物理空间”到“物理—数字双生空间”的本体论与认识论转变。基于这一转变审视,数字中国建设实质上是在国家宏观层面,利用数字化手段对现实中的经济、政治、文化、社会、生态文明全领域进行的一场全景式“认知深化”与“实践重构”。既然现实的国家运行体系已被映射为一个极其复杂的“数字巨系统”,那么对这一重大建设部署的认知与评价,就绝不能停留在抽象的哲学思辨或单一的技术测度层面,必须横跨多维领域,全面涵盖数字化转型的全过程与全要素。

其次,要理清“测度代表什么”的问题。从马克思主义政治经济学来看,数字中国建设是数据作为新型生产要素重塑生产力结构进而推动生产

关系深刻变革的必然逻辑。社会生产力的变化和发展,始终立足生产力的变化和发展,数字中国战略正是继承并时代化了“科学技术是生产力”的内核,敏锐捕捉了信息技术在降低交易成本、优化资源配置以及打破时空约束中的核心作用,将数字技术历史性地从工具提升至先进生产力的高度,深刻释放了数字技术作为通用目的技术(GPTs)的泛在赋能效应。这意味着,对数字中国建设成效的测算,代表的绝非基础设施规模的简单物理累加,而是对“新质生产力”孕育与发展程度的科学量化。这种测度代表了对数字技术如何深度赋能实体经济、重塑社会生产组织方式的刻画,核心价值在于精准捕捉数字中国建设在推动高质量发展、激发宏观经济新动能中所释放的真实效能。

最后,要理清“测度指向什么”的问题。数字中国建设不仅是中国式现代化理论在信息时代的具象化表达,更是数字时代对中国式现代化道路的历史性与主体性的重新思考。这种主体性思考意味着,数字中国建设彻底超越了西方传统工业化“资本逻辑主导”和“技术垄断”的线性增长模式,开辟了一条以数字化驱动跨越式发展、造福全体人民的新路径。因此,对数字中国建设成效的测度,指向的绝非单纯的技术或资本扩张,而是数字红利能否真正转化为全体人民的共同福祉与国家的长治久安。这种测度指向了对“数字鸿沟”弥合程度的考量,指向了数字公共服务普惠化与均等化的实现进度,同时也指向了数字安全屏障构建与绿色生态协同的统筹水平。换言之,开展数字中国建设测度,本质是探究数字技术如何赋能高质量发展、助推国家治理体系现代化,进而筑牢人口规模巨大、迈向共同富裕的中国式现代化宏伟蓝图。

(二) 数字中国建设的维度特征与指标体系

前文所述的“测度什么、代表什么、指向什么”不仅是学理上的追问,更是国家顶层设计必须回应的核心命题。中共中央、国务院印发的《数字中

国建设整体布局规划》(以下简称《规划》)实现了对上述理论维度的系统性回应与战略落地。作为统筹协调和指导全国数字建设工作的顶层设计,该文件确立了统揽全局的“2522”整体框架,既为数字中国建设提供了清晰的行动指南,也契合了本文的理论逻辑,为提炼数字中国建设的构成要素、划定测度边界提供了权威依据。由此,本文严格遵循政策导向,对该顶层设计进行学理化解构与量化,将数字中国建设的测度体系归纳为四大核心测算维度。最终,形成了包括4个一级维度、14个二级维度和33个三级指标的多维评价指标体系^②,具体见表1。

第一,数字发展基础设施建设构成建设演进的底层支撑。数据作为关键生产要素,要充分发挥其重塑产业发展方式的优势,就要依赖物理基座与先导性要素供给能力。据此,《规划》围绕夯实数字中国建设基础作出部署,该内容成为测度的重要维度。物理基座在于打通数字基础设施大动脉,构建包括网络、算力以及传统设施数字化改造在内的系统化布局。先导性要素供给能力则既要突出数据要素大循环的发展成效,也要包含数字素养等软要素的全方位高质量供给。据此,其一,在物理基座层面,通过网络通信水平、算力发展水平、新型数字基建分别衡量数字中国建设在网络传统设施应用、算力基础设施系统性布局以及新型数智基础设施建设方面的成效,梯度递进的技术内核反映了物理基底发展逻辑,有助于还原数字中国从网络接入设施建设向算力算法驱动的数字设施演进的时序轨迹。其二,在先导性要素供给能力上,数据资源大循环依赖于数据要素的市场化从而释放数据价值潜能,据此从公共数据开放衡量公共数据汇聚利用程度,以数据要素流通水平与数据交易市场建设衡量其供需匹配与价值释放潜能,反映数字中国建设从早期“铺设硬设施”向当前“构建软制度与激活数据要素”的阶段

^② 其中,数字经济核心产业包括计算机及办公设备制造业和电子及通讯设备制造业;依据《中国上市公司协会上市公司行业统计分类指引》,将计算机、通信和其他电子设备制造业,电信、广播电视和卫星传输服务业,互联网和相关服务业以及软件和信息技术服务业的上市公司定义为“数字经济上市企业”。

变化。同时,以宽带普及与人才储备的全面数字素养,客观刻画了基础设施可达性的门槛特征,衡量其可持续发展的内生动力^[19]。

第二,数字技术全面赋能经济社会发展的实际效能是数字中国建设的核心场域,也是映射《规划》“五位一体”深度融合要求、检验高质量发展成色的关键。其一,数字经济是塑造国家竞争新优势的重要内容。《规划》从产业集群、重点领域实数融合以及壮大数字企业发展三个方面提出建设要求。以数字核心产业集群业务收入直接表征数字经济硬实力,反映国家先进生产力的发展规模与数字产业化水平。实数深度融合中,为避免多行业指标叠加的“维度诅咒”,选取数字普惠金融作为代理变量^③。此外,以数字市场主体存续衡量数字经济市场活力,反映数字企业在市场竞争中的韧性与发展质量。其二,高效协同的数字政务是推进治理能力现代化的必然要求。紧扣《规划》对制度建设与业务能力的双重要求,以政府工作报告中数字经济词频刻画数字制度的政策供给导向,并选取政企网络互联水平与政府购买数字服务规模,衡量政务协同与数字化履职能力的提升效能。其三,《规划》从网络文化与数字文化服务能力两个方面对打造自信繁荣的数字文化作出部署。据此,以文体娱乐领域的数字企业存量刻画网络文化产业活力;以全年公共广播与电视节目播出时间总和作为文化触达的终端表征,反映数字文化下沉基层、跨越数字鸿沟的文化均等化与普惠化的覆盖广度;以人均群众文化机构中计算机数量代表数字文化和知识服务供给的应用形态,从而衡量数字文化公共服务的深层效能。其四,普惠便捷的数字社会是检验数字中国成效的民生落脚点。紧扣《规划》对“公共服务普惠化”与“社会治理精准化”的战略部署构建指标:以公共图书馆新增数字资源购置费作为数字公共服务普惠化的前置代理变量,量化政府数字知识资源均

等化与无障碍共享的支撑力度;以“国家级智慧城市试点占比”衡量数字社会精细化治理的综合承载力,该试点作为整合智慧医疗、便民生活等微观场景的宏观空间载体,能够反映数字技术重塑基层治理边界、提升公共服务智能化的实际成效。其五,建设绿色智慧的数字生态文明是检验数字中国高质量发展的底色。以自动气象站作为智慧生态监测基础关键物联节点,反映“生态环境智慧治理”水平,自动气象站是指能自动收集和传递气象信息的观测装置,由各类传感器、采集仪与通信模块构成,能够在硬件承载层面较好地反映智慧生态监测基础设施的支撑能力^④;同时以数字绿色投资刻画技术赋能高污产业转型的资本驱动力衡量“数绿协同”的实际效能。

第三,数字技术创新体系和数字安全屏障是数字中国建设的两大关键能力。首先,《规划》明确提出构筑自立自强的数字技术创新体系,着重强调“强化企业科技创新主体地位”,并对健全关键核心技术攻关新型举国体制提出新的要求。由此,从数字上市企业与数字经济核心企业入手,以结果为导向,分别从企业关键核心技术安全、企业研发投入与政府研发帮扶力度三个方面,量化企业科技自立自强能力、产学研深度融合程度以及政府在强化企业创新主体地位中的引领作用。其次,数字中国建设归根结底是为了更好地保障人民群众的根本利益,伴随数字中国建设的纵深推进,切实维护网络安全,防范海量数据流动风险、推进预警处置体系成为另一关键能力。安全维度政府与市场互为一体两翼:一翼是数字安全制度,以数字安全政策词频衡量,强调利用数字技术重塑政府安全治理格局^[20];另一翼是数字安全环境,以上市公司网络安全治理与信息安全产业发展刻画数字安全环境,反映市场在数据分类分级保护及网络监测预警体系建设的实质水平。

^③ 金融是实体经济的血脉,数字普惠金融不仅代表了数字技术跨界应用的最高水平,更精准刻画了数据要素打破信息不对称、降低交易摩擦、实现对千行百业(尤其是中小微企业与弱势群体)精准滴灌的深度与广度,是衡量数字赋能广覆盖与普惠性的最佳表征。

^④ 将该自动气象站指标与《数字生态报告》在2020年与2024年公布具体数值的部分省份智慧环保指数具有极高相关性,结合该指标表征特征与连续性优势,选其为代理变量。囿于篇幅略,备索。下同。

第四,优化数字开放治理生态与国际合作两个环境是数字中国建设的必然延伸。将海量的数字技术与市场潜能真正转化为国家竞争优势,高度依赖于完善的国内规制生态与高水平的国际合作环境。首先,高水平的国内数字治理环境,必然能通过更加透明、包容的营商规制,有效吸引并留住全球优质数字市场主体。为避免与前文政务类政策指标产生重叠,本文将国内治理环境的评估焦点,锚定于能否有效对接高标准国际经贸规则这一治理现代化的具体体系,依托“跨境电商综合试验区”制度型开放试点指标,并考察港澳台及外资数字经济企业的存续状态,以制度成果衡量治理体系构建的实际成效。其次,以数字国际贸易与产能配置刻画国际合作环境。在当今大国博弈与数字规则竞争下,中国数字企业“走出去”的广度与深度,是检验数字中国建设成效的最终试金石。通过量化软件业务出口、智能制造装备与数字经济核心产业新产品外销的规模,客观评价中国在构建网络空间命运共同体、吸引全球数字资源要素中的高水平开放成效。

数字中国建设涉及多个维度,部分核心内涵难以由单一省级统计指标直接刻画,因此表1中部分三级指标属于复合代理变量,其构建逻辑如下。其一,“数绿协同效能”主要刻画数字经济发展对绿色转型的协同支撑能力,最终体现为数字经济企业能否将技术、资金与管理优势转化为绿色升级的实际投入。因此,以重污染数字经济上市企业绿色投资强度加以衡量,能够更集中地反映数字技术赋能高污染行业绿色转型的实际力度,表征数字经济对绿色发展的协同支撑作用。其二,“核心技术安全”主要指关键数字技术在创新与供给层面的自主可控能力。核心技术安全并非一般性的技术积累,更体现在能否形成具有突破性、原创性和知识重组特征的关键技术成果,从而反映地区在关键数字技术领域摆脱外部依赖、实现自主可控的能力。鉴于这难以由单一指标刻画,本文将其落脚于地区“颠覆性技术”的形成能力与自主掌握水平。其三,“网络安全治理”与“数字安全制度”分别从企业治理和政府供给两个层面刻画

表 1 数字中国 10 年建设成效评价的指标体系

一级指标	二级指标	三级指标	构建方式
数字发展 基础建设	数字基础设施	网络通信水平	2G(GSM)、4G(LTE)通讯基站密度
		算力发展水平	持有智算中心的企业总数
		新型数字基建	新型数字基础设施
	数据要素市场	公共数据开放	上线公共数据开放平台城市数占比
		数据要素流通	地区软件业务收入
		数据交易市场	设立数据交易平台的城市占比
设施可达门槛	宽带网络普及	互联网宽带接入用户占比	
	潜在人才储备	普通、职业本专科学校在校生数	
数字深度 赋能效能	数字经济效能	数字产业营收	数字经济核心产业主营业务收入
		数实深度融合	北京大学数字普惠金融指数
		经济市场活力	信息产业企业单位数
	数字政务效能	政策供给导向	政府工作报告中数字经济政策词频和
		政企网络互联	政企接入互联网用户数占比
		数字政采规模	信息传输、软件和信息技术服务业政府采购订单数
	数字文化效能	数字文化产业	数字经济核心产业文化、体育和娱乐业企业存量
		数字文化普及	全年公共广播与电视节目播出时间总和
		数字文化服务	人均群众文化机构计算机台数
	数字社会效能	公共服务普惠	上年公共图书馆新增数字资源购置费
		社会数字治理	国家级智慧城市试点城市数占比
	数字生态效能	智慧生态基础	上年自动气象站站点数
数绿协同效能		数字经济上市企业中重污染企业绿色投资与年末总资产之比	
数字技术 与安全能力	数字技术创新	核心技术安全	数字上市企业上年颠覆性技术自主可控水平
		企业研发投入	数字经济核心产业企业R&D经费内部支出与收入之比
		政府研发支持	数字经济核心产业企业R&D研究经费中政府资金增速
		技术创新产出	数字经济核心产业企业拥有发明专利数
	数字安全体系	数字安全制度	城市数字经济政策中涉及数字安全的词频
		网络安全治理	上市公司年报网络安全治理词频
数字治理 开放环境	国内开放生态	数字制度开放	跨境电商试点城市数
		数字主体开放	数字经济相关企业港、澳、台商投资企业及外资企业存续数
	国际贸易开放	软件贸易水平	软件业务出口额
		数字产品销售	数字经济核心产业新产品出口销售收入
		智能装备贸易	工业机器人进出口总量

数字安全能力。前者反映企业在数据安全、隐私保护和网络风险防控方面的制度化响应能力,体现微观主体在数字化运行中的安全治理水平;后者反映地方政府在数字安全领域的制度供给与政策保障强度,体现宏观层面的规则建构与治理支撑。二者相互补充,能够从内部治理与外部制度环境两个维度较为完整地表征地区数字安全与治理水平。总之,复合指标并非对相关概念的完全替代,而是在省级长期公开数据约束下,对数字中国建设关键内涵的代理性表征。为降低测度偏差,本文后续进一步结合替代赋权方法比较与单项指标剔除敏感性分析等检验稳健性。

二、数字中国 10 年建设成效评价的数据来源与测度方法

(一)数字中国 10 年建设成效评价的数据来源与说明

本文构建的数字中国建设成效评价数据覆盖 2014—2024 年我国 30 个省级行政区(不含港澳台,且西藏因统计口径不一致、多项指标连续缺失,予以剔除)。以《促进大数据发展行动纲要》出台前一年 2014 年作为基年,2024 年为数据可获取的最新截面,力求完整覆盖数字中国从酝酿到全面推进的 10 年。数据来源主要涵盖以下几类:①国家统计局《中国统计年鉴》及各省市统计年鉴;②《软件和信息技术服务业统计》《中国科技统计年鉴》与《中国高技术产业统计年鉴》(该年鉴中 2017 年数据缺失,则由 2015 年与 2016 年均值进行插补)等产业统计年鉴;③国家知识产权局专利数据库、北京大学数字普惠金融指数、海关数据、CSMAR、企研数据平台等。

其中,“算力发展水平”中以各省当年拥有的互联网数据经营许可证(IDC 经营许可证)企业数总和即持有智算中心的企业总数进行统计。“新型数字基础设施数”参照钞小静等^[21]的方法测算。“数绿协同效能”中,绿色投资依据《上市公司环保核查行业分类管理名录》筛选出重污染行业中的数字经济上市企业,提取其年报附注中管理费用明细下的绿化费、环评费等环保相关费用,以及资本化支出中包含脱硫、脱硝、污水处理、除尘、

节能等项目的费用化绿色投资额。“核心技术安全”基于国际专利分类号(IPC)前四位识别专利知识元素。若数字经济上市企业当年申请专利的知识元素组合在过去 5 年内未曾出现,则判定为“颠覆性技术”,计算颠覆性技术数量衡量技术自主可控水平。“网络安全治理”通过上市公司年报文本及构建的“数据安全”“数据泄露”等主题词典计算数字经济上市企业的数据治理水平并按省份取均值;“数字安全制度”通过对当年省市政府工作报告进行文本分析,统计数字安全相关关键词的词频得出。

(二)基于多模型大语言模型的赋权方法

既有研究在构建综合指数时,权重确定方法大致分为主观赋权法和客观赋权法。近年来,大语言模型(LLM)快速发展,其通过深度学习海量学术文献、政策文本及实证数据,构建出可通过简单提示词调用的海量知识库,逐渐具备类人类认知特征,能够在一定程度上模拟人类信念生成机制并复现决策逻辑,展现出高度智能对齐特性。基于此,本文引入 LLM 进行指标赋权,利用其在超大范围内对政策语义、学术知识和指标内涵的综合理解能力,对指标间的潜在关联和相对重要程度进行识别,以弥补主观赋权或纯数据驱动赋权在识别指标相关性和敏感性上的不足。该方法不仅有助于降低专家经验或静态统计分析方法可能带来的主观判断偏差,还能够在数字中国建设这一强政策导向、强语义依赖的研究情境中,更好地识别指标与国家战略目标之间的匹配程度,增强权重设置的政策解释力。但 LLM 赋权仍可能存在模型预训练偏好、语义漂移与“幻觉”等潜在局限。为尽可能降低上述风险,本文采取多模型、多温度、多轮次调用策略,并结合组内一致性检验、跨模型加权聚合、重抽样以及数据驱动型客观权重交叉验证等方法,以增强赋权结果的稳健性与可解释性。

首先,本文采用大语言模型进行指标赋权,并利用多模型模拟专家知识打分,规避潜在的模型偏见风险。具体采用多模型多温度策略如下:选取 6 款当前性能领先的大语言模型——DeepSeek-

V3.2、Gemini-3pro、GLM-4.6、Kimi-K2、Qwen3 和 GPT-5.1,每款模型分别在两个温度档位(T=0.5 与 T=0.8)下各运行 10 次,10 天后再运行 10 次,以避免模型记忆与自身迭代偏差,构成 240 次实际有效调用。为避免大模型对较少文本产生幻视等问题,权重打分采用一次性直接打分策略,将 33 个三级指标及其完整的定义、测量方法、所属一级/二级维度信息一次性呈现给模型,要求在“2522”的整体框架下对全部 33 个指标同时打分,以消除分层打分中可能引入的层次间权重任意比例分配问题^⑤。

同时,为保障打分输出的稳健性,将指标权重评分进行双层 Cohen's Kappa 一致性检验。本文将每个“模型—温度”组合视为一个独立评审者单元,共形成 12 个评审者单元。

首先,检验模型内稳定性,将同一模型 M 独立打分 $\{r_1, \dots, r_{20}\}$ 离散化为 5 级区间后,两两计算 Cohen's kappa 值,定义第 i 次运行的均值 Kappa (κ) 为:

$$\bar{\kappa}_i^M = \frac{1}{N-1} \sum_{j \neq i} \kappa(r_i, r_j) \quad (1)$$

选取 $i^* = \arg \max_i \bar{\kappa}_i^M$ 对应的打分作为该模型“最优结果”。

其次,检验“模型—温度”组合间一致性:对所有“模型—温度”单元的最优结果两两计算 κ 得分,单元 M 的跨模型信度权重定义为:

$$w^M = \frac{\bar{\kappa}_{cross}^M}{\bar{\kappa}_{cross}^M} \quad (2)$$

最终三级指标 i 的综合权重为:

$$w_i^{W_1} = \frac{\sum_M w^M \cdot r_i^M}{\sum_i \sum_M w^M \cdot r_i^M} \quad (3)$$

各“模型—温度”组合检验结果如表 2 所示。第一层 κ 结果显示,各模型的组内稳定性存在显著分化,Qwen3 的组内均值 κ 最高,Kimi-K2 次之,两者一致性较高;Openai-Gpt-5.1 和 DeepSeek-V3.2 处于中等一致;GLM-4.6 和 Gemini-3 pro 属于低水

平一致。6 款模型按跨模型权重加权后,整体均值 κ 为 0.567,属于中等偏高一致性水平,表明专家知识模拟在模型层面具有合理的内部稳定性。第二层跨模型权重分布介于 0.136~0.204,Kimi-K2 和 Qwen3、DeepSeek-V3.2 共识度最强,GPT-5.1 和 Gemini-3 pro 权重较低,意味着这两款模型的极端判断在聚合中会被高共识度模型所稀释。

表 2 多模型 Cohen's Kappa 一致性检验

模型	最佳 κ	均值 κ	最低 κ	跨模型权重
Qwen3	0.747	0.675	0.574	0.179
Kimi-K2	0.706	0.654	0.539	0.204
Openai-Gpt-5.1	0.666	0.579	0.504	0.142
DeepSeek-V3.2	0.64	0.539	0.347	0.179
GLM-4.6	0.534	0.465	0.367	0.160
Gemini-3 pro	0.490	0.441	0.371	0.136

为检验聚合权重的统计稳健性,第一,本文对所有 AI 打分结果模拟 Bootstrap 重抽样,循环 1 000 次,33 个三级指标的 95% CI 宽度分布于 0.003~0.008,表明即使改变采样组合,权重排序与量级均不会发生实质性改变。第二,考虑 AI 主观打分框架依赖模型预训练知识,存在放大 AI 自身预训练集中频繁出现的关键词而低估统计数据本身强解释力的“政策偏见”风险,本文构建数据驱动的指标重要性注意力自编码(IIAA)模型作为数据驱动的客观权重,直接从数据中学习各指标对数字中国建设成效潜在表征的贡献度,并与 W_1 权重进行相关性检验,大部分指标依然稳健。第三,为检验本文 LLM 复合赋权结果是否依赖于特定赋权方法与个别指标设定。首先,加入熵权法、主成分分析法、CRITIC 法等替代方法进行比较,结果显示,各方法测得的全国指数趋势较为一致,且省际梯度格局总体稳定;其次,逐一剔除单项指标后重新计算综合指数进行敏感性分析,结果表明,尽管个别中后位省份排名会发生局部波动,但头尾部省份排序和总体空间格局基本不变。总体而言,LLM 复合赋权更好地兼顾了政策解释力、权重科学性与排序稳定性,具有较高的

^⑤ Prompt 设计略,采用“系统提示+用户提示”结构。前者包括角色设定、指标选取原则与判断标准,后者包括评分规则声明以及维度、名称、定义、代理变量等指标信息与 json 输出格式要求。

方法合理性。

从最终指标打分结果来看,权重头部集中于技术创新与产业经济类指标。首先,前五的指标依次为:数字产业营收、技术创新产出、核心技术安全、技术研发投入、新型数字基建。说明在 AI 模型的综合评估中,数字经济的产业效能以及技术研发创新被视为最具差异化竞争力的维度,这与国内各省在数字经济深度赋能和技术自主创新上的实际分化格局高度吻合。尤其是核心创新和安全的高权重,体现了大语言模型对当前“卡脖子”风险的高度敏感。其次,文化和社会赋能类指标权重相对偏低。公共服务普惠、智慧生态监管、数字文化普及等指标权重低于等权参考线。这主要有两个原因:一是 AI 模型认为文化和生态类数字化覆盖相对普及、基础指标的各省差距已收窄,不再构成主要竞争分化因素;二是这些指标在实际数据中省际信息量确实较低,IIAA 从数据驱动角

度给出了相似的低权重。AI 专家知识与数据驱动型方法的分歧主要集中在数字治理和数据要素类指标,说明 AI 知识与统计数据在“开放性”议题上的判断存在一定分歧。最后,一级维度指标平均权重分别为:数字发展基础建设(3.35%)、数字深度赋能效能(2.73%)、数字技术与安全能力(3.15%)、数字治理开放环境(2.86%),呈现梯次非均衡分布。这与多模型 LLM 的共识判断一致:没有坚实的基础设施和技术创新积累,数字化赋能的广度和深度均难以持续。

三、数字中国 10 年建设成效评价结果与差异分析

(一)数字中国 10 年建设成效的测度结果

将原始数据以全样本极值做最大最小归一化处理去除量纲后,根据大语言模型测算权重进行测度,2014—2024 年 30 个省份数字中国建设成效评价指数如表 3 所示。此外,图 1 展示了各测度方法下指数均值的时序变化。

表 3 30 个省份 2014—2024 年数字中国 10 年建设成效评价指数

地区	省份	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年	2021 年	2022 年	2023 年	2024 年	均值
东部地区	广东	24.43	28.95	32.67	40.15	43.33	47.86	52.73	56.98	60.02	59.46	61.92	46.23
	江苏	18.20	21.46	23.29	25.75	28.18	34.57	35.17	41.00	42.71	41.51	41.95	32.16
	北京	19.33	18.95	20.69	22.42	28.03	32.22	36.58	40.75	40.46	41.23	43.04	31.25
	上海	17.36	17.98	23.23	26.63	27.00	25.71	28.47	33.36	32.99	32.73	35.42	27.35
	浙江	11.55	15.89	19.11	20.94	22.79	26.04	31.41	30.91	31.39	32.72	32.94	25.06
	山东	11.56	13.41	15.81	15.90	20.62	20.99	24.96	27.56	30.81	31.05	31.76	22.22
	福建	10.94	12.09	14.06	14.69	16.59	18.95	21.42	21.34	24.17	25.45	25.87	18.69
	天津	8.68	10.32	13.85	15.48	16.76	20.72	21.55	22.94	21.12	21.13	21.96	17.68
	河北	6.55	8.21	9.84	10.99	11.13	13.32	13.71	14.01	16.33	15.51	18.64	12.57
海南	3.79	5.99	7.08	7.89	8.13	9.20	10.69	13.07	13.35	15.30	14.52	9.91	
中部地区	湖北	11.14	13.00	14.55	17.53	16.71	18.24	20.24	20.51	20.37	22.64	23.53	18.04
	安徽	7.89	10.78	12.10	12.33	15.17	17.78	20.04	21.90	23.54	25.39	25.05	17.45
	江西	5.96	8.81	9.90	10.16	10.54	13.17	17.09	20.76	21.30	22.79	24.21	14.97
	河南	10.19	10.64	12.59	12.62	12.52	13.44	15.28	17.13	17.92	18.86	18.99	14.56
	湖南	6.95	9.33	9.62	10.22	12.64	13.97	15.41	17.03	17.51	17.47	17.44	13.42
	山西	6.90	7.19	7.99	11.76	10.87	12.85	14.31	15.30	17.03	17.22	17.02	12.59
西部地区	重庆	11.00	14.12	18.62	18.09	20.45	21.96	23.73	28.19	29.19	30.63	28.54	22.23
	四川	9.99	12.58	15.29	16.33	17.72	22.22	23.71	25.89	25.87	27.26	27.62	20.41
	广西	5.85	8.82	9.99	11.31	9.82	13.72	16.31	16.81	17.59	18.61	17.74	13.32
	陕西	8.90	9.35	10.30	12.15	12.79	13.52	14.47	14.44	16.14	17.00	17.32	13.31
	贵州	4.43	6.81	9.82	13.63	12.27	13.27	13.61	14.23	14.69	16.21	16.75	12.34
	甘肃	5.11	6.44	7.15	8.62	9.26	10.65	12.39	14.94	13.84	14.94	14.96	10.75
	宁夏	4.21	7.61	5.78	7.35	8.58	11.69	13.24	13.58	13.36	15.03	15.05	10.50
	新疆	6.49	6.84	7.35	8.82	8.61	9.29	10.83	11.88	14.67	14.09	13.05	10.17
	内蒙古	5.52	6.02	7.67	8.19	9.25	9.63	10.72	11.44	13.97	13.40	13.15	9.91
	云南	4.00	5.41	9.25	7.63	7.93	11.64	12.64	12.57	11.39	12.29	12.00	9.70
青海	1.85	2.96	3.08	4.17	6.71	7.01	7.70	9.61	7.97	8.60	10.14	6.34	
东北地区	辽宁	9.10	9.61	10.30	10.84	10.19	12.29	14.00	15.83	15.36	14.87	15.36	12.52
	吉林	5.22	9.10	8.26	7.89	10.29	11.36	11.84	12.71	14.07	15.67	15.13	11.05
	黑龙江	4.12	5.42	8.83	10.45	10.45	10.39	10.70	12.02	13.95	13.17	16.27	10.52

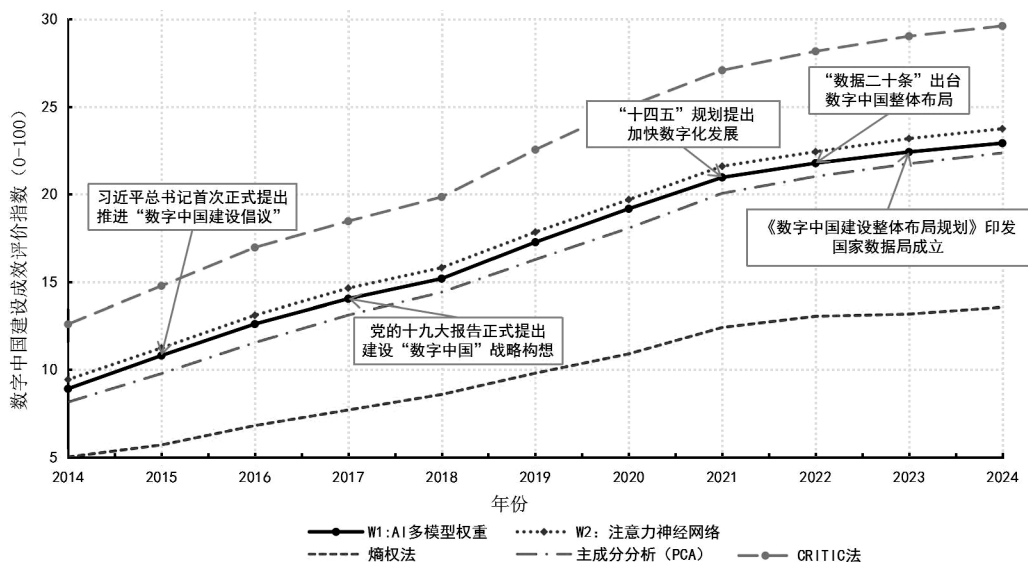


图 1 2014—2024 年数字中国 10 年建设成效评价指数均值趋势

首先,全国成效指数整体呈现“前快后稳”的增长轨迹且较为稳健,当前已进入提质增效的全面推进新阶段。回溯政策节点,突出的高增长可划分为两大政策红利期:一是 2014—2016 年(年均复合增速达 18.95%),主要源于《宽带中国战略》与《促进大数据发展行动纲要》等推动的数字基础设施大规模建设红利;二是 2017—2021 年(年均复合增速为 10.55%),主要受党的十九大正式提出数字中国建设、国家首发《数字中国建设发展报告》以及地方密集出台配套政策的强力拉动效能。然而值得注意的是,随着前期积聚的投资预期与省级“锦标赛”竞争压力在 2021 年集中释放,自 2021 年起指数增速出现阶段性放缓,较前期的高增长阶段显著收窄。

增速下降主要有 3 个方面的原因。一是既有指标的高基数效应,分母的快速积累使得同等规模的绝对增量在相对增速上必然呈现持续收窄,这是任何快速增长指标进入中高水平后的普遍特征。二是宏观层面“索罗悖论”显现与建设重心的深化。数字中国作为宏大的国家战略,必然形成强投资预期与省级“锦标赛”竞争压力,各地在网络基站、宽带铺设等“易测量、易建设”的基础设施领域集中发力,推动了指数的爆发式增长。随着,数字中国建设全面迈入纵深推进阶段,数据作为新型生产要素深刻融入复杂的实体产业与社会治理之中,产生从数字基建转向深层赋能,伴随着典型的“索罗悖论”现象——即数字技术的渗透与组

织管理的重构之间存在时滞,早期粗放型增长红利逐渐消退,转化为更为隐蔽、长效的质量提升。因此,增速放缓并不必然意味着建设活力的减弱,而是发展动能正在经历深刻的结构性换挡。三是外部环境 with 政策周期存在阶段性波动。2021 年以后,随着国内开启针对数字平台经济的常态化规范与反垄断整改,叠加逆全球化背景下外部技术获取环境的剧烈收紧(特别是涉及高端芯片、底层操作系统等关键数字器件的进口受限),不可避免地对部分省份的数字经济投资预期与个别技术创新指标产生了短期的收缩性冲击。

从省际分布格局和二级指标维度热图来看。2024 年全国数字中国建设呈现出一超多强引领、维度发展差异突出、地区极化加剧的空间格局。首先,广东省(61.9 分)呈现出绝对的领先态势,不仅总分与第二梯队(京、苏、沪)拉开了断层差距,更在四大基础维度中实现全面领跑。其次,二级指标结果显示,各省已形成高度差异化的比较优势,北京市凭借科创底蕴在“数字发展基础设施建设”(53.9 分),上海市作为开放枢纽在“数字治理开放环境”(54.6 分)中优势凸显;山东省依托政务底座在“数字技术与安全能力”(32.1 分)方面位列全国第三,而四川省综合排名虽居第 8,但在“数字深度赋能效能”(38.9 分)方面领先于中西部其他省份。这种异质化分化不仅存在于头部,也导致传统的东西部“数字鸿沟”的解构,同处西部的

四川省与末位的青海省(10.14分)之间已形成巨大的内部次级断层。最后,叠加历史增速来看,以青海省、江西省、黑龙江省、海南省和贵州省为代表的低分省份包揽了10年来最高的相对增速(平均增长率达15.38%),而绝对增量的基本盘仍被广东省、江苏省、北京市等高基数省份牢牢把控,深刻印证了数字中国建设中“低位相对收敛”与“高位绝对引领”双轨并行的演进逻辑。

(二)数字中国 10 年建设成效的地区差异

图2展示了全国总体及分区域的数字中国10年建设成效评价指数的时序变化。四大区域均呈增长趋势,但绝对差距在2024年仍显著,数字中国建设成效呈现分界固化与后发区域的相对收敛特征。一方面,“东—中—西—东北”的梯度格局在10年间始终未被打破,绝对差距依然显著。以

2024年数据为例,东部均值(32.80)高位领跑,分别是西部(16.94)的1.94倍和东北(15.58)的2.10倍,东部沿海的核心引领地位难以撼动。另一方面,低分区域展现出强劲后发追赶动能,除东北有所反弹外,区域间的相对倍数呈连年缩窄态势。从年均增速来看,西部以10.71%的年均复合增速位居四大区域之首,东部则垫底(9.50%)。这一动态收敛现象说明,西部大开发战略的持续深化(如政务数字化普及)以及2022年“东数西算”工程的规模性算力部署,政策红利对中西部数字基础设施的短板形成了强力拉动。同时,东部先发省份在经历早期的高速扩张后,前期依靠粗放式基础设施投入所形成的增长红利逐步减弱,数字中国建设由外延扩张阶段转向提质增效阶段,整体步入增速换挡深水区。

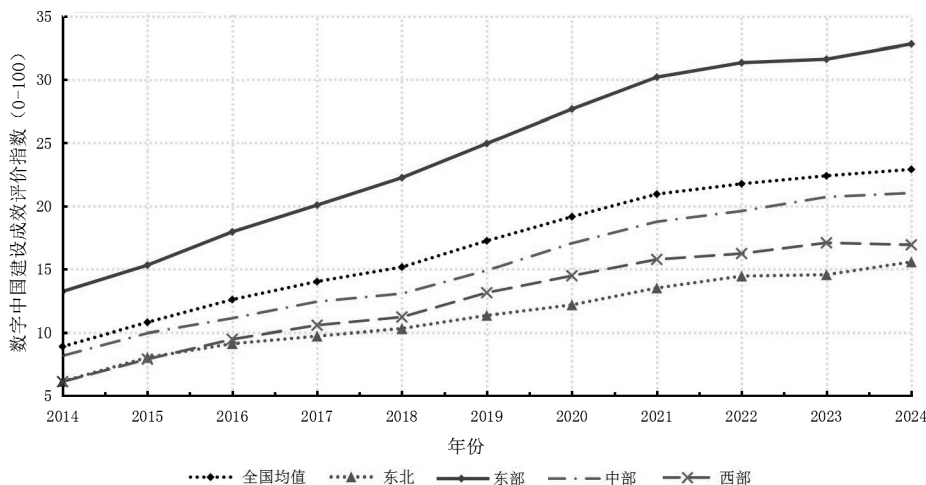


图2 2014—2024年四大区域数字中国10年建设成效评价指数的均值演变

进一步以基尼系数衡量省际指数的绝对不平等程度并按照区域划分进行泰尔指数分解。图3展示2014—2024年基尼系数与泰尔指数的走势。第一,全国层面的相对差异持续收敛。2014—2024年,总体上基尼系数从0.33显著下降至0.26,降幅超21%,泰尔指数则从0.18降至0.11,降幅39%。表明10年间数字中国建设的“相对差距”正在不断缩小,数字化红利正稳步跨越初期的空

间壁垒,向全国范围呈普惠性扩散。第二,区域内差异也是数字中国建设不均衡格局的重要来源。与传统区域经济格局相似,区域间差异仍普遍存在。更重要的是,区域内泰尔指数平均贡献率超56%,说明数字中国建设的总体不均衡不仅来自传统东—西部梯度差距,也在一定程度上源于区域内部分化。考虑到传统四大区域划分可能掩盖部分结构性差异,将样本细化为八大综合经济区^⑥,

^⑥ 根据国务院发展研究中心《地区协调发展的战略和政策》,将省份重新划分八大综合经济区,标准如下:东北地区包括辽宁、吉林、黑龙江;东部沿海地区包括上海、江苏、浙江;北部沿海地区包括北京、天津、河北、山东;南部沿海地区包括福建、广东、海南;黄河中游地区包括陕西、山西、河南、内蒙古;长江中游地区包括湖北、湖南、江西、安徽;西南地区包括云南、贵州、四川、重庆、广西;西北地区包括甘肃、青海、宁夏、西藏、新疆。

结果显示,经济区组内差距的平均贡献率虽下降至 46%,但仍处于较高水平^⑦。这表明,当前我国数字化过程中的不均衡并非仅仅来源于单纯区际差异的“东—西部鸿沟”,也来源于区域内部的深刻分化。例如,东部板块领先中西部,但内部既有广东(61.92)的领跑,也有河北省(18.64)、海南(14.52)的相对滞后;西部板块内部亦存在重庆市(28.54)、四川省(27.62)与青海省(8.6)的

巨大落差。第三,尽管总体差异在缩小,但区域内与区域间的贡献率结构在 10 年间未发生根本性改变。随着数字化建设从“基础设施普及”向“数据要素赋能”的深水区迈进,落后省份难以依靠单一基建投资来抹平与发达省份的高阶数字能力鸿沟。未来数字中国建设的纵深推进,必须从“粗放的跨区域资源倾斜”转向更为精细的“区域内协同辐射”机制。

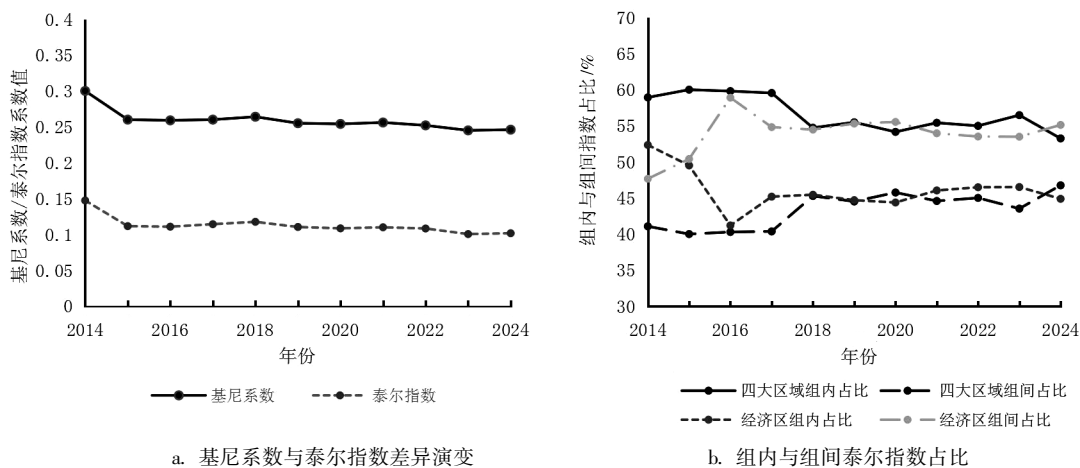


图3 2014—2024 年省际基尼系数与泰尔指数差异与分解

进一步对差距的收敛性进行分析。图 4a 趋势线斜率为负,证实了全国省际数字发展差距在整体上存在统计显著的收敛特征。变异系数由 2014 年的 0.573 大幅回落至 2024 年的 0.486,相对降幅达 15%,表明省际间数字化水平的相对不均衡程度得到了实质性缓解。然而,这一收敛过程并非呈平滑的“匀速推进”,而是表现出显著的波动性与非线性特征。同时,CV 值在 2014—2016 年经历了快速下降后,于 2016—2018 年出现了一段明显的反弹。曲折轨迹映射了数字中国建设演进的阶段性:在初期的“基建普及期”,后发省份依托政策红利实现了快速的低位追赶,促成加速收敛;但步入 2016—2018 年,东部先发省份率先跨过基础设施门槛,切入技术创新与产业深化的新赛道,导致高阶数字能力的“马太效应”短暂强化,引发了相对差距的逆转扩大;至 2019 年以后,随着数字红

利向中西部的全面溢出与省际追赶效应的再次激活,收敛趋势才得以重新确立并加速向下推进。

最后,以绝对 β 收敛检验是否存在“初始数字化水平越低、增速越高”的追赶效应,如图 4b 所示。全国省际数字发展呈现出高度显著的趋同演化特征,显著负值证实存在绝对 β 收敛。收敛趋势主要由处于对角线两端的省份共同驱动,形成了典型的“左上一右下”收敛扇形结构。其一,左上附近呈现后发追赶态势。青海省、江西省、黑龙江省、贵州省等中西部与东北省份,依托国家基建倾斜与政策红利,充分兑现了后发优势,这 4 个省份 2024 年成效评价指数平均是 10 年前的 2.8 倍,构成了拉动全国差距收敛的核心动力。其二,右下附近则主要由上海市、北京市、江苏省等东部先发省份呈现引领态势。这些省份数字化起步早、初始基数庞大,受制于高基数以及数字基础设施

^⑦ 地区划分口径细化后,原先被地理分组所吸收的部分内部异质性会转化为经济区的组间差异,因而组内差异占比有所下降,但其仍保持较高比重,印证区域内结构分化是数字中国建设中不均衡的重要来源。

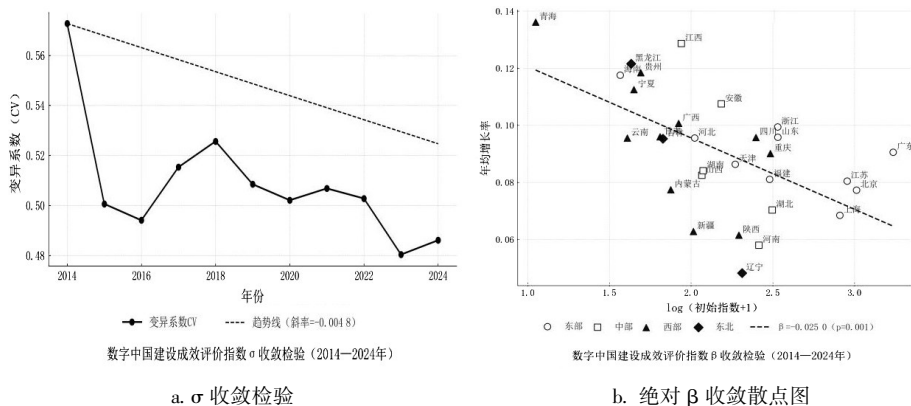


图 4 省际成效评价指数收敛的时间趋势

饱和后的规模效应减弱,其长期增速自然回落,客观上为落后省份的相对追赶留出了时间窗口。此外,收敛趋势下局部“马太效应”明显。广东省作为全国龙头,其散点显著游离于拟合线上方。这一“反收敛”显现表明,在全国基础指标普遍趋同的大背景下,极少数头部省份正依托在核心技术与数据要素层面的垄断优势,持续收割新一轮数字化红利,导致高位引领的“绝对鸿沟”在长期内依然难以逾越。

(三)数字中国发展成效评价指数的空间格局与差异

本节从分布形态动态演变、空间自相关性与状态转移 3 个视角,系统检验省际间的空间聚集模式与俱乐部收敛特征。首先,通过核密度估计,以非参数方法拟合连续型概率密度函数,直观呈现省际成效评价指数分布的形态演变与多峰特征。图 5 以 2 年为跨度,展示了 2014—2024 年 6 个截面的核密度曲线,主要有 3 个特征。第一,整体右移,分布重心持续抬升。2014 年核密度峰值集中,分布呈窄尖形态,说明彼时省际发展水平高度集中于低区间。至 2024 年,分布峰值右移峰高下降至 0.042,全国整体数字化水平大幅提升,而峰值压缩表明省际分散程度同步扩大。第二,右尾持续加厚,正偏态特征强化。历年核密度曲线均存在明显正偏,2024 年右尾延伸形成较长拖尾,对应广东的长期领跑地位,折射出头部省份对全国均值的长期拉动效应。第三,最初 2014 年左右曲线具有局部双峰特征,隐约反映最初东部发达省群与中西部追赶省群之间的双极化格局。但是,随着中西部省份加速追赶,双峰

结构收敛为平缓的单峰宽分布但拖尾增加,说明分化有所弥合但基本格局仍在。

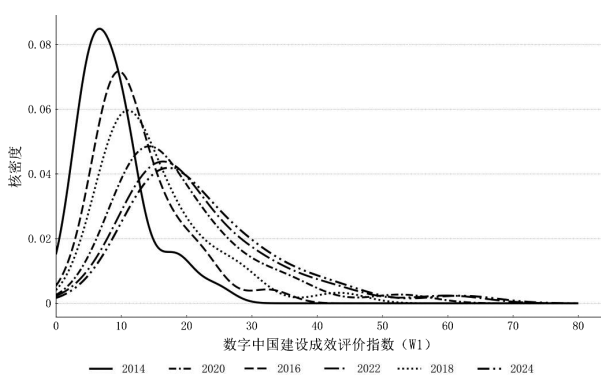


图 5 2014—2024 年省际数字中国 10 年建设成效评价指数的核密度估计

为进一步探究省际数字中国 10 年建设成效评价指数是否存在空间聚集效应,采用地理距离与经济距离两种权重矩阵,检验各省份成效评价指数的空间相关性,结果如表 4 所示。从地理距离来看,全局 Moran's I 指数总体呈正值波动,但仅在特定年份表现出一定的显著性。2016—2017 年,以及 2019—2021 年等年份全局 Moran's I 指数通过了 10% 的显著性水平检验,且仅 2016 年通过 5% 显著性水平检验,这些年份在地理空间上呈现出显著的正向空间聚集特征。这种波动表明,单纯的地理邻近可能并非导致数字中国建设空间聚集的唯一或决定性因素,地理因素对数字发展空间格局的影响具有一定的阶段性和波动性。基于经济距离的全局 Moran's I 指数则始终在 5% 水平下显著为正,证明省际间在经济联系下存在“高一高”与“低—低”的空间集聚。总之,相邻或经济发

展相近省份,其数字中国建设往往处于相似的层级,且基于经济联系的空间依赖性要远强于传统的地理邻近效应。

表 4 全局 Moran's I

年份	地理距离权重			经济距离权重		
	I	Z	P-value	I	Z	P-value
2014	0.083	1.274	0.203	0.326	3.310	0.001
2015	0.111	1.613	0.107	0.249	2.660	0.008
2016	0.166	2.192	0.028	0.255	2.675	0.008
2017	0.114	1.691	0.091	0.215	2.402	0.016
2018	0.112	1.644	0.100	0.246	2.666	0.008
2019	0.123	1.770	0.077	0.218	2.400	0.016
2020	0.134	1.886	0.059	0.231	2.517	0.012
2021	0.121	1.723	0.085	0.233	2.518	0.012
2022	0.109	1.607	0.108	0.213	2.351	0.019
2023	0.118	1.693	0.091	0.204	2.247	0.025
2024	0.109	1.611	0.107	0.214	2.358	0.018

基于此,为揭示数字中国建设上的省际局部空间异质性及聚集模式,绘制了基于两类距离的局部 Moran's I 散点图^⑧。图 6a 展示了地理距离矩阵下局部 Moran's I 散点图。位于第一象限的省份主要包括上海市、浙江省、江苏省等东部沿海发达省份,以及山东省、天津市等。这些省份自身数字中国建设水平较高,且其周边的省份同样具备

较高的发展水平,城市群形成高水平互动与溢出圈层。相反,位于第三象限的省份则主要集中在西部及部分中部地区。这些省份自身数字建设水平相对滞后,且其周边省份的发展水平也普遍较低,形成低水平洼地。中西部地区仍面临着较大的数字发展鸿沟,区域协同发展的动力稍显不足。图 6b 则为基于经济距离的 Moran's I 散点图,散点分布表明经济实力雄厚的省份不仅自身数字建设领先,而且其相近经济水平省份也往往处于领先地位。这种基于经济实力的强强联合,构成了推动我国数字中国建设的强大引擎。同时,第三象限(L-L)则聚集了经济欠发达省份,也再次印证了经济发展是数字建设的重要基石。值得注意的是,广东省在两类距离矩阵下都位于第四象限,其自身数字发展水平极高,但在地理距离上可能对周边相对较弱的地区产生了虹吸效应,周边地区未能有效承接其辐射带动效能;同时在经济距离上,可能由于发展阶段差异较大,其领先优势也未形成与相近经济水平省份的广泛协同,同样呈现极化现象。

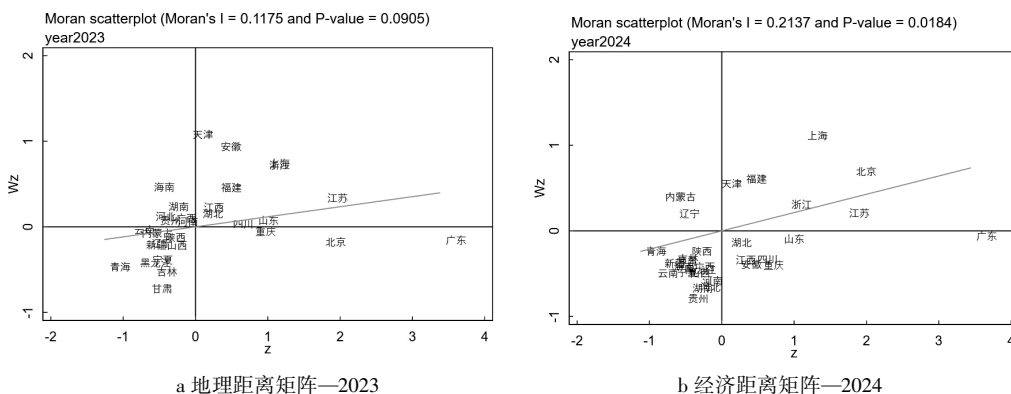


图 6 局部 Moran's I 散点图

最后,以马尔科夫链检验是否存在各省份趋向于各自发展轨道而非单一均衡的俱乐部收敛,并基于 2014—2024 年 10 步年度转移,计算一步转移概率矩阵 P,遍历(稳态)分布由幂迭代法求解。从图 7 结果来看,第一,存在强路径依赖。中低水平(S2)留存概率最高(0.971),高水平(S4)次之(0.902),说明一旦省份确立发展优势或固化于中等区间,均难以在短期内突破。低水平(S1)留存

概率相对较低(0.625),37.5%的 S1 观测样本向上跃升至 S2,表明极低水平省份仍具有一定的向上追赶弹性。第二,相邻状态单步跃迁,无跨级跳跃。转移概率矩阵仅在主对角线和紧邻次对角线上有非零值,无任何省份实现跨两个或以上级别的一步跳跃,说明省际数字发展遵循渐进演化路径,“弯道超车”需分多步实现而非一蹴而就。第三,遍历分布揭示“俱乐部收敛”格局。稳态分布

⑧ 鉴于 2024 年全球 Moran's I 未达显著水平,故选取 2023 年作为最新有效研究年份。

π 中,中低(S2)和中高(S3)状态合计约 84.8%,高水平(S4)占 14.3%,低水平(S1)仅剩 0.9%。遍历分布表明,若当前路径依赖模式延续,将呈

现“中高/高双主导、低水平边缘化”的多极分化均衡,这与 Moran 散点图中空间格局相互形成印证。

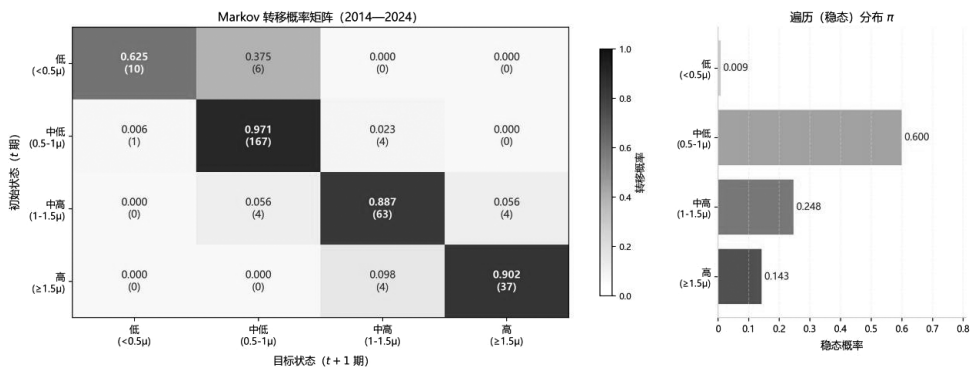


图 7 马尔科夫转移概率矩阵与遍历分布

(四) 区域内部分化的典型案例与机制分析

上述系列分析表明,数字中国建设的不均衡格局,不仅是传统“东—中—西”梯度差异问题,也表现为“核心城市群—欠发达省份”“数字产业高地—转型压力省份”以及“资源承接地—创新策源地”等的叠加。空间分析则进一步证实数字经济的强链接属性决定了影响省际差异的关键并不只是地理区位,更在于各省经济基础下嵌入数字价值链的机制差异。为理解这些机制,本文选取东部和西部的典型省份作初步分析。

以东部内部的广东省(61.60)、河北省(18.05)和海南省(14.56)为例,三省虽同属东部板块,但其数字化跃迁路径明显不同。广东省在数字发展基础建设、数字深度赋能和数字贸易开放合作等维度均显著领先,反映出其已在“四大方面”形成相互强化的系统性闭环。2024年,广东省计算机、通信和其他电子设备制造业 R&D 经费达 1 891.45 亿元,甚至超过同期河北省软件和信息技术服务业主营业务收入(1 032.6 亿元),说明其优势建立在制造业底盘、创新资源集聚和市场转化能力协同支撑的基础上,属于典型的依托产业优势形成“创新制造闭环型”的发展路径。相比之下,河北省的提升更多体现在基础建设和深度赋能维度,安全治理与开放合作仍相对偏弱,表明其数字化发展主要依赖环京数字产业布局溢出、成果承接和产业转化,2024 年吸纳北京市技术合同成交额

755.3 亿元,印证其“承接转化型”特征。海南省则更多依托自由贸易港制度优势,2024 年数字贸易开放合作分指数 13.80(总指数的 1.4 倍),在数字贸易、数据跨境流动和平台集聚方面表现相对突出,但这种开放优势尚未充分转化为覆盖全省的产业链、创新链和应用链协同能力,因而更接近“开放试验型”路径。由此来看,东部内部差异并非简单的速度差异,而是不同数字化发展路径并存的结果。

西部内部的川渝地区与青海省同样体现出这种结构分化。其中,四川省在数字发展基础建设(27.59)和数字深度赋能(30.75)上均明显领先,说明其数字化发展已由早期基础设施投入转向产业数字化、场景应用和创新策源协同推进。2024 年,四川省数字经济核心产业增加值达 5 351.7 亿元、占 GDP 比重达 8.3%,算力规模达 14.6 EFLOPS(折合全精度),智算占比超过 57%,重庆市建成投用重庆人工智能创新中心,实施制造业数字化转型八大行动和“满天星”行动计划,软件和信息服务业从业人员超过 34 万人、主营业务收入增长近 20%,新建 17 个智能工厂、224 个数字化车间。成渝地区在政策支持和双城经济圈带动下,已逐步形成电子信息制造、软件服务、数据开发与场景应用联动发展的综合生态,因而也具有较为明显的政策驱动特色产业创新策源特征。相比之下,青海省近年来虽依托清洁能源和冷凉气候优势加快布局绿色算力,但其优势仍主要集中于资源承接

和要素供给环节,经济规模较小、产业配套不足、市场吸纳能力有限,算力资源尚未有效延伸为本地产业链、创新链和应用链的系统提升,因此更接近能源与绿色算力的承接型路径。

总体来看,区域内部分化本质依然是各机制差异叠加的结果:其一,创新资源与产业结构的累积性差异,决定了不同省份数字化跃迁的起点和上限;其二,政策供给与传导存在时滞,导致制度优势并不必然立即转化为产业优势;其三,头部省份在技术、人才、资本和场景上的先发优势,则进一步强化了路径依赖和马太效应。因而,“十五五”时期数字中国建设的关键,不在于继续沿用统一的扩张性思路,而在于根据不同区域、不同梯度省份在四大维度上的短板差异,推动政策重心由“普遍铺开”转向“分类施策、梯度推进、协同提升”。高水平省份应更加突出技术策源、制度供给与外溢带动,中高水平省份应更加突出场景扩散、链群协同与效率提升,中低和低水平省份则应优先补齐数字基础、深度赋能、安全治理和开放协同等关键短板,防止区域梯度差距进一步固化。

四、结论与“十五五”时期数字中国建设的推进策略

本文将多模型大语言模型(LLM)引入国家宏观战略评价,构建了包含四大维度、涵盖30个省份的数字中国建设10年(2014—2024)成效评价指数,并对其时空演进规律进行了深度剖析。研究得出以下核心结论。

第一,过去10年,数字中国建设实现了从“规模普及”向“深度赋能”的历史性跨越,整体增长动能正步入结构性换挡期。但在2021年前后,传统依靠基础设施外延式投入的模式面临红利消退。赋权结果亦证实,当前最具差异化竞争力的核心要素已转向数字产业营收、核心技术安全与技术创新产出。

第二,全国数字鸿沟总体呈持续收敛态势,除传统东西部差距以外,“区域内部分化”也是重要的不均衡来源。收敛性检验证实了中西部后发省份依托政策红利具有强劲的追赶效应,但包括地理区位与八大经济区在内的地区内部差异贡献率

长期维持在较高水平,且在东部、发达省份增速趋缓的同时,中西部、落后地区内部的差距加剧了阶梯分界的固化态势。

第三,空间溢出效应与“俱乐部收敛”特征显著,阶层跃迁存在极强的路径依赖。省际数字化发展在经济与地理空间上均呈现显著极化集聚,核心城市群的辐射带动与落后地区的低值集聚并存。现有产业基础、政策供给能力与先发积累所形成的复合机制,共同强化了省际数字化发展的路径依赖与梯度分化,导致短期缺乏跨级“弯道超车”的可能,最终呈现“中高省份主导、低水平省份边缘化”的分化格局。

据此,“十五五”时期数字中国建设应从一般性的规模扩张,转向更加突出问题导向、区域分类和梯度施策的纵深推进。因此,本文从四大方面入手,提出具体策略。

第一,数字中国建设正处于“规模普及”转向“深度赋能”的结构性换挡期,核心技术已成为省际分化的重要因素。要持续释放数字经济红利,必须贯彻“打好关键核心技术攻坚战”的战略部署,立足数字中国建设作为科技自立自强落地的核心平台,发挥其引领新质生产力的核心载体作用。一是发挥新型举国体制优势,聚焦多模态大模型、智能体、具身智能与群体智能等前沿领域,建立国家战略科技力量、科技领军企业与高水平高校院所的协同攻关机制,完善“揭榜挂帅”“赛马制”等一体化组织方式,探索通用人工智能的中国演进路径。深化“模芯云用”的软硬协同生态建设,在底层算法框架、高效能模型架构及高端AI芯片指令集等“卡脖子”环节实现自主可控。二是围绕“模芯云用”构建开源开放的协同创新生态。鼓励产学研用深度融合,以国家重大战略与产业场景需求为牵引,布局国家级通用人工智能开源社区、行业基础模型公共服务平台和中试验证平台,降低中小企业和中西部地区的技术接入门槛。三是统筹发展和安全,加快建立人工智能价值观“对齐”(Alignment)与全生命周期风险审查机制。完善数据分类分级保护制度与关键信息基础设施的内生安全体系,坚决防范算法黑箱、技术滥用及数

据泄漏风险。同时,加大对中西部地区的数智安全技术援助,坚决避免数智化转型鸿沟演变为制约落后地区的“安全与技术双重鸿沟”。

第二,数字中国建设早期依赖传统数字基础设施外延扩张的红利消散,中低水平省份向中高水平的进一步跃迁,需以差异化智算基础设施建设为核心,构筑智能经济新形态的底层大动脉。一是推动“东数西算”向“东数西训、东数东推”演进。在西部重点建设面向万亿参数大模型训练的超大规模、高密度的智算中心;在东部数据密集地区,适度超前布局高并发、低延迟的边缘推理算力网,以智能化高效协同,满足智能网联汽车、工业机器人等具身智能场景算力需求。二是打造全国一体化的普惠算力互联网。针对当前算力中心、芯片生态互不兼容的“算力孤岛”问题,加快研发异构算力池化与统一调度平台,通过建立国家级和区域级算力交易中心,使算力像水电一样实现“一点接入、即插即用”。三是对西部和资源承接型省份设置“本地应用转化率”“产业带动度”“绿色能效”等绩效约束,防止其停留在单纯承接机房和服务器的低端环节,推动算力优势向本地产业链、创新链和应用链延伸。四是打通算力网与电力网的规划衔接。在西部探索“源网荷储算”一体化微电网模式,推广液冷技术与高能效架构,将智能经济的底座真正建立在绿色可持续的能源底板之上。同时,超前布局量子计算、光子计算、类脑计算等下一代算力底座投资与开发,加快6G网络、低轨卫星互联网与算力网络的深度融合,夯实“天地一体化”智能基础设施底座。

第三,由于数字中国建设中区域间与区域内的分化固化,导致数据要素供给不足和跨区域流通不畅,制约“深度赋能”效能的进一步释放,因此提出要重构数据要素高水平供给体系,畅通数据资源大循环以催生新质生产力。一是完善制度供给,建立适应智能经济的全国数据资源“一本账”。突破传统政务数据的静态归集思维,深化“公共数据授权运营”模式。依托西部、东北等地区能源、区位优势,鼓励在安全规制下发展公共数据的清洗、标注与深度加工存储等相关产业。探索形成标准化、高质量的数据产品与服务,为智能经济底

座提供源源不断的“数据燃料”。二是建设开放共享与安全可控的全国一体化数据市场。对标“五统一、一开放”要求,坚决破除区域与行业的数据孤岛。探索在医疗、工业制造、金融精算等高价值“暗数据(dark data)”领域设立可信数据空间(data spaces)。依托全国统一数据大市场,创新建立面向大模型训练数据的专项交易板块,通过市场化定价机制激发优质数据供给,实现商业数据与公共数据的高效配置与跨域流通。三是探索建立“省域间数据要素横向转移支付”机制,对东部发达省份向中西部和东北地区开放高质量训练数据、行业知识库和标准化数据产品的行为,给予财政激励、数据资产确权支持和应用场景回报,推动数据红利由“局部占有”转向“跨省共享”。四是围绕以“数据要素×”行动驱动多维价值创造。探索“数据信托”等机制,明晰数据供给、模型加工等流程间的产权边界,加快构建涵盖高质量文本、视觉、触觉、空间几何等信息的“多模态数据库”,开展试点推动数据要素在自动驾驶、智慧托育、智能养老等具身智能场景中的深度融合。

第四,鉴于省际数字发展存在极强的路径依赖和“马太效应”,特提出以生产生活场景赋能为抓手拓展数智化应用场景,打通中西部落后省份的跃迁通道,加快打造智能经济新形态。一是把政策重心由“补基建”转向“补场景、补能力、补转化”,在制造、能源、农业、交通、医疗、教育、养老等重点领域形成分层分类的“人工智能+”场景清单,推动数字技术由点状试点走向链式渗透。二是加大对中小微企业、高校院所、专精特新企业和县域创新主体的算力券、模型券等扶持力度,降低智能技术的试错成本与应用门槛,发展“一人公司”(OPC)、AI共创平台等新模式,扩展智能经济新形态的生产端产品与服务形态与应用场景。三是支持不同类型地区探寻差异化应用突破路径,东部地区重点发展工业智能体、智能终端和高端服务型应用,中部地区重点推动先进制造业、现代物流和都市圈公共服务的数智化升级,西部地区重点围绕绿色算力、特色文旅、能源矿山和生态治理打造示范场景,东北地区重点面向装备制造、石化、汽车、寒地农业等领域推进智能化改造。四是

依托数智平台构建普惠便捷的数字服务圈,催生人形机器人、AI 眼镜、智能网联汽车等新型智能产品,推动人工智能与医疗、教育等领域深度融合,加快智能体在服务产业应用,实现消费端智能化发展与优质公共服务资源下沉。

第五,为破解区域极化和结构黏性并存等难题,必须摒弃单一的“梯度转移”思维,构建协同发展的国内国际双循环格局,以发展的协调性破解空间黏性。在对内联动上,一是创新跨区域的智能产业链与应用场景协同机制。东部先发地区应发挥人才与资本优势,聚焦通用大模型原创技术与具身智能核心零部件攻关;中西部与东北地区则应依托实体产业禀赋,打造智慧农业、无人矿山等特色应用场景示范区。二是设立“跨省市场机会清单”互认制度与全国统一的数据要素流转大市场,打破地方保护主义与市场壁垒,形成“研发、数字产业化和制度在东、产业数字化在中、绿色算力在西”的产业链分工,真正实现国内智能经济的大循环。在对外开放上,统筹高水平出海与全球智能治理的话语权建构。一方面,依托我国在自动驾驶、消费级机器人、智能制造等领域的全产业链优势,鼓励和护航“智能原生企业”与“具身智能硬件”高质量走出去,参与全球市场角逐;另一方面,深度参与全球人工智能治理、算法伦理、数据跨境流动等国际规则制定。探索在自贸区、海南自贸港及大湾区建设“数据跨境流动监管沙盒”与离岸数据服务体系,在全球 AI 开源生态与技术标准中积极输出“中国方案”,开创智能领域合作共赢与安全可控并重的国际新局面。

参考文献:

[1] 钞小静,王灿. 打通“信息大动脉”:以数字基础设施助力数字中国建设[J]. 治理现代化研究, 2023, 39(4): 41-48.

[2] 任保平,迟璐婕. 数据+算法+算力的人工智能新质生产力时序变化与空间格局[J]. 厦门大学学报(哲学社会科学版), 2025, 75(3): 26-39.

[3] 黄欣荣,潘欧文. “数字中国”的由来、发展与未来[J]. 北京航空航天大学学报(社会科学版), 2021, 34(4): 99-106.

[4] 张兴祥,陈夏妍,兰鹏. 习近平关于“数字福建”的重要论述、实践探索及创新发展:从“数字福建”到“数字浙江”再到“数字中国”[J]. 中国经济问题, 2024(4): 1-15.

[5] 高婷,周巍. 数字中国建设对中国式现代化的影响研究[J]. 经济问题探索, 2024(8): 152-165.

[6] 王鹏,陈蝶欣. 数字中国、高质量发展与中国式现代化:逻辑关系、作用机制与创新路径[J]. 华南师范大学学报(社会科学版), 2023(5): 189-203, 245.

[7] 孟庆龙. 中国式现代化进程中“数字中国”建设的价值向度[J]. 江西社会科学, 2023, 43(7): 76-83.

[8] 谢宜泽. 中国式数字化之路:从跨越数字鸿沟到构建数字中国[J]. 经济学家, 2023(12): 104-113.

[9] 欧阳日辉,徐远彬. “十五五”时期我国数字经济发展的理论体系、战略重点与实现路径[J]. 河海大学学报(哲学社会科学版), 2025, 27(4): 38-53.

[10] 伦晓波,刘颜. 数字政府与企业数字化转型:通向数字中国之路[J]. 经济管理, 2024, 46(8): 5-25.

[11] 祁志伟. 中国数字政府建设历程、实践逻辑与历史经验[J]. 深圳大学学报(人文社会科学版), 2022, 39(2): 13-23.

[12] 吕鹏. 面向未来的数字社会建设:分析框架、成效挑战与实践路径[J]. 苏州大学学报(哲学社会科学版), 2025, 46(6): 21-31.

[13] 祝仲坤,成思阳,冷晨昕. 数字中国助力美丽中国的微观透视:数字技能对居民环境素养的影响研究[J]. 软科学, 2025, 39(3): 98-107.

[14] 任保平,王昕. 数字中国建设的绩效评价及其推进策略[J]. 统计与信息论坛, 2024, 39(9): 23-34.

[15] 张梦莎,桑百川. 数字中国建设的推进方向与策略:基于全球数字经济就绪度量化评估的分析[J]. 国际贸易, 2023(6): 86-96.

[16] 林秀水. 数字中国建设对企业新质生产力的赋能效应研究:基于多时点双重差分模型的量化分析[J]. 西南大学学报(社会科学版), 2025, 51(1): 148-164, 304.

[17] 杨亚平,刘歆. 数字中国建设是否提升了城市创业活跃度:基于国家数字经济创新发展试验区的经验证据[J]. 调研世界, 2024(10): 74-85.

[18] 王明秀,张可云,高志刚. 数字基础设施建设对城市数字技术创新水平的影响:基于“宽带中国”战略的准自然实验[J]. 改革, 2025(2): 105-118.

[19] 张鸿,王宇翔,张媛. “十五五”时期国家数字经济发展规划前瞻性研究[J]. 西安财经大学学报, 2025, 38(5): 30-41.

[20] 郭哈,冯星源. 数字中国战略背景下的治理数字化转型:逻辑、挑战与路径[J]. 西北工业大学学报(社会科学版), 2025(1): 105-112.

[21] 钞小静,廉园梅,罗鏊. 新型数字基础设施对制造业高质量发展的影响[J]. 财贸研究, 2021, 32(10): 1-13.