

数字经济驱动体育城市全民健身智慧化转型的门槛效应

朱焱¹, 袁搏¹, 张佃波²

(1.大连理工大学, 辽宁 大连 116024; 2.山东体育学院, 山东 济南 250102)

摘要: 以2023年我国38个体育城市数字经济与全民健身发展的截面数据为实证依据, 通过门槛效应模型, 探讨数字经济驱动体育城市全民健身智慧化转型的门槛效应与作用特征, 旨为促进城市全民健身智慧化发展提供参考。研究表明: (1)数字经济的快速发展有效驱动我国体育城市全民健身智慧化转型且存在显著的门槛效应; (2)随着城市经济稳步发展、数字基础设施迭代升级、科技创新融合驱动、产业结构能级跃迁, 城市全民健身智慧化水平逐步提升, 呈现明显的单门槛特征; (3)数字经济对全民健身智慧化转型的驱动作用强度呈现出典型“南强北弱”的地区城市异质性。地区数字经济、科技创新水平与产业动能结构是驱动城市全民健身智慧化转型的核心门槛。建议: 以数字经济驱动体育城市发展, 促进全民健身智慧转型; 以科技创新赋能产业结构升级, 提升全民健身供给效能; 以政策引领统筹区域联动发展, 推动城市全民健身协同转型。

关 键 词: 数字经济; 体育城市; 全民健身; 智慧化转型; 门槛效应

中图分类号: G80-05 文献标志码: A 文章编号: 1006-7116(2025)06-0050-10

The threshold effect of driving the intelligent transformation by digital economy of national fitness in sports city

ZHU Yan¹, YUAN Bo¹, ZHANG Dianbo²

(1.Dalian University of Technology, Dalian 116024, China; 2.Shandong Sport University, Jinan 250102, China)

Abstract: Based on cross-sectional data of digital economy and national fitness development from 38 Chinese sports cities in 2023, this study employs a threshold effect model to examine the threshold effects and influencing characteristics of the digital economy in driving the intelligent transformation of national fitness in sports city, which aims to provide insights for advancing the intelligent development of urban national fitness. The findings reveal that: (1) The rapid development of the digital economy significantly effectively drives the intelligent transformation of national fitness in Chinese sports city, and also presents notable threshold effects. (2) As urban economies grow steadily, basic digital infrastructure gradually upgrades, the integration drive between science and technology and innovation, and industrial structures largely enhance, the intelligent transformation level of national fitness in urban improves progressively, which demonstrates a distinct single-threshold feature. (3) The driving effect and intensity of the digital economy exhibits obvious regional urban heterogeneity, which is characterized by a "stronger in the south, weaker in the north" pattern. Regional digital economy, innovation capacity of science and technology, and industrial dynamics structure are identified as the core threshold to drive this transformation. The study proposes the following recommendations: driving the development of sports city by digital economy to promote intelligent transformation of national fitness; empowering industrial structure upgrade by the innovation of science and technology to enhance the supply efficiency of national fitness; and coordinating regional collaborative development by policy guide to promote coordinated transformation of national fitness in urban.

Keywords: digital economy; sports city; national fitness; intelligent transformation; threshold effect

收稿日期: 2025-02-17

基金项目: 国家社会科学基金青年项目(24CTY006)。

作者简介: 朱焱(1989-), 男, 副教授, 博士, 硕士生导师, 研究方向: 公共体育管理。E-mail: zhuy@dlut.edu.cn 通信作者: 张佃波

2025年国家体育总局印发《2025年群众体育工作要点》提出, 聚焦全民健身事业高质量发展, 推动全民健身智慧化转型, 以信息化、数字化助力公共体育服务要素融合发展^[1]。数字经济时代的快速发展为实现群众体育资源优化整合、数据共享、平台互通, 推动群众体育事业高质量发展提供了新动能, 更为体育城市全民健身智慧化转型提供了新方向^[2]。中国体育城市作为国家体育产业与全民健身事业发展的示范引领城市, 为促进城市公共体育服务智慧化发展, 推动“体育强国、健康中国”建设奠定重要的基础保障^[3]。然而, 由于我国正处于全民健身智慧化发展初期, 受地区数字经济、科技创新、产业结构及基础设施等多重因素交织形成的门槛限制, 致使城市公共体育服务供给尚未有效满足人民群众日益增长的高质量、精准化、智能化体育健身需求和全民健身智慧化发展的目标要求^[4]。因此, 探究数字经济对体育城市全民健身智慧化转型过程的影响因素、作用特征与门槛效应, 不仅对促进全民健身智慧化发展具有重要意义, 更是新发展阶段推动智慧城市建设, 实现“健康中国、体育强国”战略目标的关键举措。

全民健身智慧化转型是通过大数据、云计算、人工智能、区块链等现代化数字技术与全民健身服务设施内容科技融合, 有效提升公共体育服务智慧化水平, 推动全民健身由传统公共体育服务向现代化、数字化、精准化、智慧化、高质量转型的动态发展过程^[5]。随着我国数字经济快速发展为赋能全民健身智慧化转型提供经济引擎和外驱动力, 智慧转型已然成为我国全民健身事业高质量发展过程中的焦点话题。相关研究主要围绕如下几个方面: (1)从宏观层面, 深入探讨我国全民健身智慧化转型的理论框架^[6]、价值引领^[6]与功能效应^[7], 并从“过程-结果”质量维度提出以人民为中心的全民健身公共体育服务智慧化转型逻辑理路^[8]。(2)从实践层面, 全面剖析数字赋能全民健身智慧化转型的实践困境^[9]、阻滞因素^[10]与实践走向^[11], 并针对性地提出“制度-数字”双轮驱动下我国全民健身智慧化转型的治理路径^[12]。(3)从技术层面, 科学探索数字技术融合全民健身智慧化转型的应用模式^[13], 提出了数字技术变革^[14]、数字基础设施升级^[15], 数字化公共服务平台搭建等全民健身智慧化转型的技术条件要素^[16], 为全民健身智慧化转型提供技术赋能。

已有研究为推动我国全民健身智慧化发展问题奠定了充实的理论基础与实践参考。但相关内容仅着眼于我国全民健身智慧化发展的理论逻辑、实践困境与条件要素等问题的广泛探讨, 尚未进行数字经济对全民健身智慧化转型驱动效能等问题的深入研究, 特别

是数字经济对体育城市全民健身智慧化转型的门槛效应、驱动作用与影响因素等问题的科学探寻。中国体育城市作为体育产业与全民健身事业快速发展的引领性城市, 是我国全民健身智慧化转型发展的新试点与新载体, 探求数字经济对体育城市全民健身智慧化转型的门槛效应是促进智慧城市建設, 推动全民健身智慧化发展的关键。本研究以2023年我国38个体育城市数字经济与全民健身智慧化发展的截面数据为实证依据, 通过测算数字经济与全民健身智慧化发展指数, 构建线性回归与门槛回归模型, 探讨数字经济对体育城市全民健身智慧化转型发展的驱动作用、影响因素与门槛特征, 旨为促进新发展阶段我国城市全民健身智慧化转型发展, 推动“健康中国、体育强国”建设提供参考。

1 研究对象与方法

1.1 研究对象

以数字经济驱动体育城市全民健身智慧化转型发展的门槛效应为研究指向, 具体以2023年上海体育大学联合国际经济体育学会发布的北京、上海、杭州、广州、济南、成都、深圳、武汉、大连、长春、天津、沈阳、南京、苏州、青岛、乌鲁木齐、郑州、太原、三亚、海口、宁波、厦门、重庆、银川、福州、南昌、石家庄、贵阳、合肥、南宁、昆明、西安、兰州、呼和浩特、西宁、哈尔滨、长沙、拉萨等38个体育城市为调研对象。

1.2 研究方法

1) 熵值法。

运用熵值法确定体育城市全民健身智慧化和数字经济发展评价指标体系中各评价指标的权重。

(1)采用极值法对原始数据进行标准化处理, 以消除量纲影响。公式如下:

$$Y_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad ①$$

式中, Y_{ij} 为标准化之后的指标值, X_{ij} 为第*i*个城市第*j*项指标的原始数据, X_{\max} 为第*j*项指标值的最大值, X_{\min} 为第*j*项指标值的最小值。

(2)熵值法计算第*i*个城市第*j*项指标的比重。构建比重数据矩阵 P_{ij} :

$$P_{ij} = \frac{Y_{ij}}{\sum_{i=1}^m Y_{ij}} \quad ②$$

式中, P_{ij} 代表第*i*个城市第*j*项指标比重, m 为样本数, 第*j*项指标的信息熵值 E_j :

$$E_j = -k \sum_{i=1}^m P_{ij} \ln(P_{ij}) \quad ③$$

式中, E_j 为第 j 项指标的熵值; $k=1/\ln(m)$, $k > 0$; $0 \leq E_j \leq 1$, 第 j 项指标的差异系数:

$$G_j = 1 - E_j \quad (4)$$

计算第 j 项指标的权重:

$$W_j = \frac{G_j}{\sum_{j=1}^m G_j} \quad (5)$$

(3)关于中国体育城市全民健身智慧化发展评价指标体系一级指标权重,本研究采用熵值法权重求和、平均值、归一化得出指标权重值。

2)线性回归模型。

线性回归模型是探讨变量间相互作用关系的统计学预测模型^[17]。目前线性回归模型广泛应用于经济学与医学领域,在预测连续型数据变量关系方面具有突出的统计学优势。该模型对解决数字经济驱动体育城市全民健身智慧化转型影响因素变量间相互作用分析及驱动作用预测具有高度适切性。因此,本研究采用普通最小二乘法(OLS)参数估计,构建数字经济驱动体育城市全民健身智慧化转型的线性回归模型,探求数字经济对城市全民健身智慧化发展的影响。以此验证直接效应的线性假设并为后续门槛效应的实证检验奠定基础。

3)门槛回归模型。

门槛效应是指当某一参数达到特定数值后引起另一参数发生转向发展的现象,其临界值称为门槛值或门限值^[18]。门槛回归模型是一种非线性回归模型,用于捕捉因变量在自变量达到一定阈值时出现转折发展的统计学模型^[19]。该模型突破传统线性回归模型难以准确地反映各种因素对被解释变量影响的局限,在经济学与公共管理等领域研究中广泛应用。本研究通过构建数字经济驱动全民健身智慧化转型的门槛回归模型,验证数字经济驱动体育城市全民健身智慧化转型的非线性影响假设。

2 理论分析与研究假设

2.1 数字经济对体育城市全民健身智慧化转型的直接影响

全民健身智慧化转型是传统公共体育服务向数字智能转型的变革过程。随着现代信息技术的发展,以信息主体、技术、环境为要素的生态系统与外部数字经济发展间的作用关系受到社会广泛关注^[20]。本研究从信息主体、环境以及技术层面出发,探讨数字经济对体育城市全民健身智慧化转型发展的直接影响。

(1)数字经济对全民健身信息主体的影响。信息主体作为能够接收、处理和传递信息的个人或社会群体在数字经济推动下实现全方位提升。伴随数字经济赋

能发展,全民健身需求方和供给方作为信息接收主体其数字素养得到显著提升。信息加工主体通过掌握数据分析、智能应用等数字技术,有效提升数字化服务能力,进而促进全民健身智慧化水平提升。

(2)数字经济对全民健身信息环境的影响。信息生态环境是信息主体在活动过程中直接或间接影响的信息生态因子的总称^[21]。直接影响方面,数字经济发展推动数字技术在体育领域的融合应用,促进传统体育的数字化转型,提升体育竞赛表演、体育健身、体育服务业态的供给质量,为全民健身信息生态系统提供良好的技术环境。间接影响方面,通过数字信息技术应用,扩展全民健身的信息活动空间,横向提升特定空间场域的服务效能。

(3)数字经济对全民健身信息技术的影响。数字经济发展促进城市数字基础设施建设和体育设施迭代升级,数字网络、数据平台、云计算中心等数字基础设施日趋完善,能够提供可靠的数据传输和存储能力,为体育城市全民健身智慧化转型发展提供信息技术支撑。同时,城市数字经济的快速崛起带动 5G 移动通信、WEB 服务云、传感器、智能数据处理等现代信息技术手段的实践运用,从而促进全民健身智慧化健身设备、服务系统的研发与应用。

基于以上分析,提出研究假设 H1: 数字经济对体育城市全民健身智慧化转型发展具有显著促进作用。

2.2 数字经济驱动体育城市全民健身智慧化转型的门槛因素

数字经济对城市全民健身智慧化转型的驱动作用并非线性显现,从经济、技术、产业协同演进的逻辑特征看,城市发展、科技创新水平与产业动能结构共同构成数字经济驱动全民健身智慧化转型的门槛限制因素^[22]。经济发展水平制约数字化基础设施投入的可持续性,科技创新能力主导数字技术的渗透深度,而产业动能结构则影响数字技术与体育融合的效率与效能。

1)城市经济发展对全民健身智慧化转型的门槛效应分析。

城市发展水平对数字经济赋能全民健身智慧化转型具有显著的门槛效应。基于数字鸿沟理论,当城市经济处于初级发展阶段,受限于财政资源配置效率,数字化建设投入存在明显预算制约,进而导致数字化基础设施供给不足、数字化技术应用场景受限、智慧化转型发展扩散效率降低,数字经济对全民健身赋能虽然能够实现边际效应改善,但难以突破规模报酬递增的临界点^[23];当城市经济进入高级发展阶段,随着资本积累达到数字化转型阈值水平,数字基础设施的网络辐射效应显现,促进数字技术场景应用与城

市智慧化协同创新能力提升,数字经济对全民健身智慧化转型的驱动效应得以充分释放,促进全民健身智慧化发展水平提升^[24]。

2)城市科技创新对全民健身智慧化转型的门槛效应分析。

城市科技创新发展对数字技术赋能全民健身智慧化转型具有明显的非线性特征。基于技术扩散理论,当城市科技创新发展处于低阶均衡时,数字技术采纳率受限于创新要素禀赋不足,技术融合体育发展存在明显的效率损耗,全民健身智慧化转型边际改进效率低于预期目标^[25];当城市科技创新能力突破临界阈值时,数字技术的创新活力、要素潜能、发展空间得到有效激活,进而呈现集群式突破,数智协同效用与技术渗透效率明显增强,进而有效地驱动全民健身智慧化转型的阶跃式发展^[26]。

3)城市产业动能对全民健身智慧化转型的门槛效应分析。

城市产业动能结构对产业经济赋能全民健身智慧化转型具有明显的门槛效应。基于产业结构演进理论,当传统产业(第一、第二产业)占主导地位且数字经济核心产业比重较低时,由于要素配置失衡、技术扩散迟滞和创新协同不足,数字经济对全民健身智慧化转型的边际促进效应具有局限性^[27];当产业动能结构突破转型阈值后,资本与资源向新型数字产业倾斜,传统产业加快科技创新,数字产业化和产业数字化协同发展,为数字经济发展提供良好的转型动能,从而显著促进全民健身智慧化发展^[28]。

基于以上分析,本研究提出假设 H2: 数字经济对体育城市全民健身智慧化转型发展的促进作用随经济发展到一定程度时更加显著; 假设 H3: 数字经济对体育城市全民健身智慧化转型发展的促进作用随科技创新水平达到一定程度时更加明显; 假设 H4: 数字经济对体育城市全民健身智慧化转型发展的促进作用随产业动能结构升级到一定程度时更加优化。

3 模型构建与变量测度

3.1 数字经济驱动体育城市全民健身智慧化转型的模型构建

本研究基于线性回归预测模型,检验数字经济与体育城市全民健身智慧化转型发展间存在的线性关系,公式如下:

$$\text{Smart} = \beta_0 + \beta_1 X + \beta_2 Z + \mu \quad (6)$$

其中, Smart 表示全民健身智慧化发展指数; X 表示解释变量,包括核心解释变量和控制变量; β 表示回归系数; Z 表示控制变量, μ 表示干扰项。为了验证数字经济对全民健身智慧化发展的影响,通过截面门槛回归模型对数字经济与全民健身智慧化转型的门槛效应进行检验^[17]。将经济发展指数(Gdp)、科技创新指数(Sti)和产业动能结构指数(Isu)作为门槛变量,分析是否存在门槛、门槛的数量以及门槛值。模型构建如下:

$$\text{Smart}_i = \theta_i X_i \cdot I(q_i \leq \gamma) + \theta'_i X_i \cdot I(q_i > \gamma) + \theta''_i Z_i + e_i \quad (7)$$

其中, q_i 表示门槛变量; γ 表示门槛值; θ 表示回归系数; e_i 表示干扰项; $I(q_i \leq \gamma)$ 为示性函数,条件成立时则 $I=1$,反之 $I=0$ 。当存在双重门槛时,横截面门槛模型如下:

$$\text{Smart}_i = \theta_i X_i \cdot I(q_i \leq \gamma) + \theta'_i X_i \cdot I(q_i \leq \gamma^2) + \theta''_i X_i \cdot I(q_i \leq \gamma^2) \theta'''_i Z_i + e_i \quad (8)$$

其中, θ''_i 为双重门槛检验的待估参数。

3.2 数字经济驱动体育城市全民健身智慧化转型的变量测度

1)数字经济驱动体育城市全民健身智慧化转型的被解释变量。

全民健身智慧化发展指数(Smart): 目前关于全民健身智慧化发展尚没有统一评价标准。因此,本研究变量指标的选取遵循科学性、全面性及可获取原则,在参考《全民健身信息服务平台建设指南》《城市体育竞争力评价指标体系》中全民健身智慧化建设内容要求的基础上^[29-30],充分借鉴了冯振伟等^[10]、丁云霞等^[31]学者的研究成果,构建体育城市全民健身智慧化发展指标体系,通过熵值法确定指标权重(见表 1)。

表 1 体育城市全民健身智慧化发展指标体系

一级指标	权重	二级指标	基础指标释义算法	单位	权重	方向
智慧化体育场馆 设施建设(Y_1)	0.351 0	智慧体育公园(Y_{1-1})	智慧体育公园数量配比	个	0.368 5	正向
		智慧体育场馆(Y_{1-2})	智慧体育场馆数量配比	个	0.631 5	正向
信息化体育服务 平台建设(Y_2)	0.256 7	场地设施管理(Y_{2-1})	健身设施平台数量配比	个	0.275 1	正向
		信息安全管理(Y_{2-2})	信息服务平台数量配比	个	0.376 0	正向
		赛事活动管理(Y_{2-3})	赛事管理平台数量配比	个	0.348 9	正向
数字化体育服务 资源整合(Y_3)	0.392 3	体质健康监测(Y_{3-1})	健康监测平台数量配比	个	0.500 0	正向
		运动数据采集(Y_{3-2})	运动监测平台数量配比	个	0.500 0	正向

2)数字经济驱动体育城市全民健身智慧化转型的核心解释变量。

体育城市数字经济指数(Digital): 数字经济是以数字化资源和信息技术作为关键生产要素、以现代信息网络作为重要载体、以信息通信技术的有效应用作为效率提升和经济结构优化重要推动力的系列经济活动^[32]。

本研究选取体育城市数字经济发展评价指标，作为数字经济驱动城市全民健身智慧化转型的核心解释变量^[33]。

鉴于数据的可得性，剔除指标“互联网相关从业人员数”，选取互联网普及率(X_1)、互联网总产出(X_2)、互联网用户数(X_3)、数字金融发展(X_4)4个指标，并采用熵值法确定各指标权重(见表2)。

表2 体育城市数字经济发展指标体系

数据指标层	基础指标计算方法	权重	单位	方向
互联网总产出(X_1)	人均电信业务总量	0.109 5	元/人	正向
互联网用户数(X_2)	每百人移动电话用户数	0.460 0	户/百人	正向
互联网普及率(X_3)	每百人互联网用户数	0.181 1	户/百人	正向
数字金融发展(X_4)	数字普惠金融指数	0.249 4		正向

3)数字经济驱动体育城市全民健身智慧化转型的门槛变量。

(1)经济发展水平(In_Grp): 采用城市人均生产总值取自然对数进行表示^[34]；(2)科技创新水平(Tech): 选取专利授权数与发明专利授权数2项指标，通过线性加权法计算后数值表示科技创新水平^[35]；(3)产业动能结构(Isu): 通过第三产业增加值与第二产业增加值的比值来表示产业动能结构^[23]。

4)数字经济驱动体育城市全民健身智慧化转型的控制变量。

全民健身智慧化发展水平不仅受限于城市数字经济发展的影响，更受到城市城镇化以及政府引导干预等要素影响，因此，本研究在模型中加入控制变量：(1)城镇化水平(Ur)，当城镇化水平较高时，说明城市的社会生产力得到充分的发展、科学技术取得长足进步、产业动能结构趋向优化与合理，采用城镇人口与常住人口的比值来解释城镇化发展水平；(2)政府干预程度(Gov)，地方政府的财政支出行为促进城市资源优化配置，进而对全民健身智慧化发展产生影响，选取城市一般公共预算支出与城市生产总值的比值来表示政府干预程度。

3.3 数字经济驱动体育城市全民健身智慧化转型的数据来源

(1)体育城市数字经济发展指标体系中的互联网总产出、互联网用户数、互联网普及率等指标数据均源于2022年《中国城市统计年鉴》统计数据；数字金融发展指标数据来源于2022年《北京大学数字普惠金融指数》统计数据；(2)被解释变量，智慧化体育场馆设施建设数据源于2023年《国家全民健身信息服务平台》；信息化体育服务平台建设与数字化体育服务资源指标数据源于2023年体育城市《全民健身信息服务平台》。(3)门槛变量经济发展水平与产业动能结构数据源于2022年《中国城市统计年鉴》数据；(4)控制变量城镇化水平数据与政府干预程度指标数据源于2022年《体育城市统计年鉴》《国民经济和社会发展统计公报》与政府信息公开数据。考虑到数字经济对全民健身智慧化发展的影响存在时间滞后效应，本研究将解释变量与门槛变量数据滞后一期处理，即2022年解释变量与门槛变量数据匹配2023年被解释变量数据作为研究样本。数据集个别变量的缺失值采用均值插值法补齐，极端值采用被解释变量(Smart)20%分位数以下、95%分位数以上缩尾处理。

表3 数字经济驱动体育城市全民健身智慧化转型的变量情况

变量类型	变量名称	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
被解释变量	全民健身智慧化发展指数(Smart)	38	0.546	0.376	0.129	1.377
核心解释变量	体育城市数字经济指数(Digital)	38	327.2	56.24	157.8	457.3
门槛变量	经济发展水平(In_Grp)	38	11.58	0.350	10.93	12.16
	科技创新水平(Tech)	38	3.405	3.585	0.081	14.98
	产业动能结构(Isu)	38	1.971	1.017	0.937	5.420
控制变量	城镇化水平(Ur)	38	0.803	0.085	0.536	0.998
	政府干预程度(Gov)	38	0.150	0.065	0.081	0.475

通过表3数字经济驱动体育城市全民健身智慧化转型的观测变量分析,被解释变量全民健身智慧化发展指数(Smart)最大值为1.377,最小值为0.129,标准差为0.376;核心解释变量体育城市数字经济指数(Digital)最大值为457.3,最小值为157.8,标准差为56.24。二者数据极差与标准差均较大,说明我国不同体育城市间数字经济与全民健身智慧化发展水平存在差异较大,具体呈现明显的地区城市异质性与非均衡发展特征。

4 结果与讨论

4.1 数字经济驱动体育城市全民健身智慧化转型的基准回归分析

通过回归结果可知,核心解释变量体育城市数字经济(Digital)回归系数均呈现显著正相关(0.01),验证假设H1:数字经济对体育城市全民健身智慧化转型发展具有显著的促进作用。(1)从核心解释变量看,我国数字经济的快速发展有效驱动数字化信息技术的快速发展,体育城市数字经济指数有所提升,城市科技创新发展、产业动能结构优化及数字基础设施建设逐步提升,有效驱动各城市智慧化场馆设施升级、信息化服务平台建设与数字化健身资源优化配置,进而推动体育城市全民健身智慧化发展水平。(2)从控制变量看,政府主导与城市发展水平在一定程度上促进全民健身智慧化转型发展,但从相关回归系数看驱动成果并不凸显。因此,政府应加强对城市全民健身智慧化发展的政策引导,在快速推动城市化进程中强化数字经济的快速发展,持续推动数字技术与全民健身设施的有效融合,从而更好地推动城市全民健身智慧化转型(见表4)。

表4 数字经济对体育城市全民健身智慧化发展影响的基准回归结果¹⁾

解释变量	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5
Digital	0.003 ⁴⁾ (-3.54)	0.003 ⁴⁾ (-3.03)	0.003 ⁴⁾ (-3.16)	0.003 ⁴⁾ (-2.80)	0.419 ³⁾ (-2.64)
Ur		0.140 (-0.19)		0.123 (-0.17)	0.403 (-0.23)
Gov			-0.187 (-0.21)	-0.167 (-0.18)	-0.942 (-0.43)
Constant	-0.567 ²⁾ (-1.78)	-0.648 (-1.23)	-0.512 (-1.22)	-0.589 (-0.94)	-0.182 (-0.12)
N	38	38	38	38	38
R ²	0.259	0.260	0.260	0.260	0.238

1)括号内的值为异方差稳健标准误; 2) $P<0.1$; 3) $P<0.05$; 4) $P<0.01$

4.2 数字经济驱动体育城市全民健身智慧化转型的门槛效应分析

针对数字经济驱动体育城市全民健身智慧化转型过程中可能存在的非线性关系,分别选择城市经济发展水平、科技创新水平、产业动能结构作为门槛变量,以全民健身智慧化发展作为被解释变量,进行门槛效应存在性检验。结果发现,当门槛变量分别为经济发展水平和科技创新水平时,在0.01水平上通过了单一门槛检验;当门槛变量为产业动能结构时,在0.1水平上通过了单一门槛检验。说明随着我国数字经济的快速发展有效驱动体育城市全民健身智慧化转型发展且存在显著的单门槛效应特征(见表5)。

表5 数字经济对体育城市全民健身智慧化发展影响的门槛效应检验结果¹⁾

门槛变量	门槛检验	门槛值	F值	P值
In_Grp	单一门槛	11.625 8	15.138 6	0.002 6
	双重门槛	12.090 3	6.154 4	0.491 0
Tech	单一门槛	2.709 2	16.709 3	0.001 2
	双重门槛	5.238 6	5.832 8	0.526 4
Isu	单一门槛	2.407 6	11.102 3	0.060 8
	双重门槛	2.606 0	0	1

1)P值采用Bootstrap反复抽样5 000次获得

通过表6分析发现,当城市经济发展水平、科技创新水平、产业动能结构等门槛变量跨过门槛值时,数字经济驱动全民健身智慧化转型发展的门槛效应在0.01水平上存在显著正相关。说明随着我国体育城市经济、科技创新、产业动能结构的快速发展与优化升级,数字经济对体育城市全民健身智慧化转型发展的正向影响显著增强,进一步验证了假设1~4。我国数字经济的快速发展有效驱动体育城市全民健身智慧化转型发展且存在显著的门槛效应,随着地区经济、科技创新技术、产业动能结构、数字基础设施的快速发展与优化升级,城市全民健身智慧化水平逐步提升,呈现明显的单门槛特征。进一步分析发现,在各门槛变量尚未跨越门槛值前,数字经济对全民健身智慧化的驱动作用存在差异,当城市经济发展与科技创新能力尚未达到关键门槛时,数字经济的驱动作用难以凸显;而在产业动能结构的不同发展阶段,数字经济对全民健身智慧化转型始终能产生正向影响,而当产业动能结构突破阈值后,这种正向驱动效应会更加显著(见表6)。

表6 数字经济对体育城市全民健身智慧化发展影响的门槛回归模型结果

门槛变量	(1)	(2)	(3)
	In_Grp	Tech	Isu
Digital	-0.0013($q \leq 11.6258$) (0.0015) 0.0065 ³⁾ ($q > 11.6258$) (0.0010)	-0.0005($q \leq 2.709$) (0.0014) 0.0064 ³⁾ ($q > 2.709$) (0.0009)	0.0038 ²⁾ ($q \leq 2.4076$) (-0.0016) 0.0039 ³⁾ ($q > 2.4076$) (0.0008)
	N	38	38
	R ²	0.671	0.754
			0.529

1)P<0.1; 2)P<0.05; 3)P<0.01

4.3 不同地区体育城市全民健身智慧化转型效应异质性分析

中国地区经济、社会、文化发展存在南北差异,进而导致体育城市数字经济及全民健身智慧化发展南北地区的异质性。通过不同地区数字经济对体育城市全民健身智慧化发展影响的分析发现,南北地区数字经济对体育城市全民健身智慧化转型的回归系数均在0.5水平上呈现显著正相关。说明数字经济对南北方体育城市全民健身智慧化转型发展均存在显著积极影响。但对比影响程度发现,南方城市明显高于北方城市,说明数字经济对全民健身智慧化发展的驱动作用强度存在显著的南强北弱地区城市异质性,这种南强北弱的特征和我国经济发展的区域差异基本一致(见表7)。

表7 不同地区数字经济对体育城市全民健身智慧化发展影响的线性回归结果

解释变量	北部地区	南部地区
Digital	0.004 ¹⁾ (-2.06)	0.009 ²⁾ (-2.20)
常数项	0.801 (-0.75)	-4.349 ²⁾ (-2.42)
观测值	18	20
R ²	0.296	0.381

1)P<0.1; 2)P<0.05; 3)P<0.01

通过分析发现(见表8),以科技创新水平、产业动能结构为门槛变量时,南北方城市均在0.1水平上通

过了单一门槛检验;以地区经济为门槛变量时,南方城市门槛检验不显著,而北方城市在0.1水平上,通过了双重门槛检验。说明地区城市的数字基础设施、科技创新技术与产业动能结构是驱动城市全民健身智慧化转型的核心门槛限制因素。(1)南方地区城市发展水平较快,如上海、深圳、苏州等城市,相继进行了传统工业城市现代化转型,数字化基础设施建设快速推进,数字科技与多领域融合创新能力提升,产业数字功能结构不断迭代升级,有效驱动体育城市的全民健身智慧化转型发展。但从单门槛特征看,伴随南方城市数字经济水平的快速发展,应进一步加强体育科技创新水平与数字化体育产业的结构升级,进而有效驱动体育城市全民健身智慧化转型发展。(2)北方地区经济水平速度相对南方城市较慢,如大连、长春、沈阳等城市依然坚持以第一、第二产业为主的发展模式,其经济发展水平在一定程度上限制了数字化基础设施建设,科技创新水平与产业动能结构的优化升级,进而影响地区城市全民健身智慧化转型发展。从门槛特征看,北方城市在数字经济驱动全民健身智慧化转型过程中仍有较大的提升空间,特别是在地区经济、科技创新与产业动能结构等方面进一步加强的同时,应注重地区体育城市的数字化基础设施建设,体育领域的科技创新及体育产业的结构升级,进而有效促进地区全民健身智慧化转型的快速发展(见表8、表9)。

表8 数字经济对体育城市全民健身智慧化发展影响的门槛效应分区检验结果

城市类型	门槛变量	门槛检验	门槛值	F值	P值
北方地区	In_Grp	单一门槛	11.3613	10.5047 ³⁾	0.0090
		双重门槛	11.5377	7.4205 ¹⁾	0.0676
	Tech	单一门槛	3.0287	6.2482 ¹⁾	0.0614
		双重门槛	3.4996	3.9512 ¹⁾	0.0514
	Isu	单一门槛	1.7417	8.9934 ¹⁾	0.0592
		双重门槛	1.8490	4.8205	0.7932
南方地区	In_Grp	单一门槛	11.8301	8.8448	0.1112
		单一门槛	1.2773	9.5302 ²⁾	0.0150
	Tech	双重门槛	3.8595	6.9193	0.1010
		单一门槛	1.6086	8.5533 ¹⁾	0.0514
	Isu	双重门槛	2.1588	3.6496	0.6402

1)P<0.1; 2)P<0.05; 3)P<0.01

表9 数字经济对体育城市全民健身智慧化发展影响的门槛回归模型分区结果

城市类型	解释变量	门槛变量(In_Grp)	门槛变量(Tech)	门槛变量(Isu)
北部地区	Digital	2.136 6 ³⁾ ($q \leq 11.361$ 3) (0.199 3) -0.548 5(11.361 3 < $q \leq 11.379$ 8) (0.517 9) -0.348 1($q > 11.378$ 9) (0.517 8)	0.211 8($q \leq 3.028$ 7) (0.237 4) 1.250 5 ²⁾ (3.028 7 < $q \leq 3.499$ 6) (0.261 1) 1.284 6 ¹⁾ ($q > 3.499$ 6) (0.316 9)	-0.614 4($q \leq 1.741$ 7) (0.375 0) 3.016 2 ³⁾ ($q > 1.741$ 7) (0.099 4)
R^2		0.559 0 11.361 3; 11.379 8	0.593 2 3.028 7; 3.499 6	0.770 3 1.741 7
南部地区	Digital		-0.005 1($q \leq 1.277$ 3) (0.005 8) 0.007 1 ³⁾ ($q > 1.277$ 3) (0.001 3)	0.006 2 ²⁾ ($q \leq 1.647$ 3) (0.002 7) 0.007 0 ³⁾ ($q > 1.647$ 3) (0.000 8)
R^2			0.856 1 1.277 3	0.772 9 1.647 3
门槛值				

1) $P < 0.1$; 2) $P < 0.05$; 3) $P < 0.01$

5 结论与建议

5.1 结论

(1) 我国数字经济的快速发展有效驱动体育城市数字化体育设施建设、智慧化场馆改造升级、信息化服务平台搭建与公共体育资源优化配置, 进而促进城市全民健身智慧化转型发展且存在显著的门槛效应。

(2) 随着地区经济稳步发展、数字基础设施迭代升级、数字科技创新驱动、产业结构能级跃迁, 城市全民健身智慧化水平逐步提升, 呈现明显的单门槛特征。在城市经济、基础设施、科技创新与产业动能的发展突破门槛阈值后, 数字经济对全民健身智慧化转型发展驱动效应更加显著。

(3) 数字经济对体育城市全民健身智慧化转型的驱动作用存在显著“南强北弱”的地区城市异质性。城市数字化基础设施、科技创新技术与产业动能结构是驱动全民健身智慧化转型的核心门槛。

5.2 建议

(1) 以数字经济驱动体育城市发展, 促进全民健身智慧化转型。随着我国体育城市数字经济的逐步提升, 驱动全民健身智慧化转型发展且存在显著门槛效应。数字经济已然成为体育城市全民健身智慧化转型的重要驱动力。然而, 目前我国全民健身正处于智慧化转型初期, 数字化基础设施、智能化体育设施应用、健身信息服务平台建设亟待完善, 导致数字经济对体育城市全民健身智慧化发展的驱动作用尚未充分释放。应通过数字经济的快速发展, 逐步完善体育城市数字基础设施建设, 深化数字技术创新应用, 优化数字体育治理体系, 以数字经济的快速发展驱动体育城市发展, 进而有效促进全民健身智慧化转型。第一, 完善

数字基础设施建设, 夯实全民健身智慧化转型根基。针对沈阳、哈尔滨、拉萨等欠发达地区应当优先实施“新基础补短板工程”重点夯实数字经济发展的信息基础设施建设, 推进5G基站、物联网感知终端在公共体育场所的覆盖率, 提升全民健身设施的数字化改造升级, 为全民健身数字化应用提供科技支撑; 针对北京、上海、杭州等发达地区应加快布局新型数字基础设施建设, 持续推动公共体育领域的数字化升级, 积极构建城市公共体育服务大数据监控体系, 高效布局人工智能基础设施, 提升基础体育设施的网络化、智能化、协同化水平, 为全民健身智慧化转型提供“智能+”发展的基础保障。第二, 深化数字技术创新应用, 培育全民健身智慧服务新业态。强化数字技术与体育融合创新发展是培育全民健身智慧化转型服务新业态的重要驱动力。因此, 我国体育城市发展全民健身转型过程中应聚焦人工智能、机器学习、区块链技术等高新技术领域, 通过人工智能赋能全民健身智慧化转型升级, 培育公共体育服务新业态。例如, 无锡市通过推动体育用品智能制造与体育服务业智慧化发展, 探索出数字技术与体育产业等实体经济融合创新的有效路径; 北京市“颐和园智慧步道”项目创新性地融合视觉感知与适老化设计理念, 在提升服务科技含量的同时促进老年人体育参与度提升, 为推动全民健身智慧转型提供重要保障。第三, 优化数字体育治理体系, 促进全民健身智慧化转型升级。通过构建智能化治理框架, 重点打造集成大数据、人工智能等技术的全民健身信息服务平台, 优化数字体育治理体系, 实现全民健身数据跨层级、跨地区、跨系统、跨部门、跨业务的数据开放与共享, 实现服务预约、健康监测

等功能的有机整合，提升智能传感器和监测设备等数字产业在全民健身设施中的融合应用，促进全民健身智慧化转型升级。

(2)以科技创新赋能产业结构升级，提升全民健身供给效能。随着城市经济、科技创新、产业动能结构快速发展与优化升级，体育城市全民健身智慧化水平逐步增强，呈现出明显单门槛特征。但目前我国科技创新发展水平与产业动能结构仍未突破门槛限制，致使数字经济的驱动作用受限，全民健身智慧化发展进程缓慢。因此，我国体育城市全民健身智慧化转型发展过程中应以科技创新赋能产业结构升级，促进全民健身供给效能提升。第一，强化科学技术创新能力，提升智慧健身服务水平。重点突破人工智能运动姿态识别、可穿戴设备多源数据融合等关键技术，形成科技研发、成果转化、创新应用的全民健身科技创新发展良性循环系统，推动创新技术在健身器材、健身步道、体育公园、体育场馆以及智慧管理系统等方面的应用。以强化科技创新发展为基础，打造体育科技协同创新中心，制定智慧健身技术规范和产品认证体系，实现科技创新驱动全民健身服务水平整体提升。第二，优化产业动能结构系统，促进全民健身数字转型。针对未突破经济发展门槛的城市，重点优化产业动能结构系统，培育健身休闲、群体竞赛、场馆服务、体育经纪及体育培训等体育产业新兴业态。打造以健身休闲业、竞赛表演业为龙头，高端制造业与现代服务业融合发展的现代体育产业体系成为新经济增长点为数字化基础设施建设提供强有力支撑。第三，加快创新成果应用转化，持续释放转型发展动能。针对体育城市全民健身智慧化转型发展的实际需要，推动科技与产业创新成果对全民健身智慧化转型的转化应用。着力打造智能健身空间和虚拟教练技术，数字健康管理突出运动处方云平台建设，形成创新成果快速转化的良性循环，切实提升全民健身服务水平，为全民健身智慧化转型注入持续发展动力。

(3)以政策引领区域联动发展，推动城市全民健身协同转型。数字经济对全民健身智慧化发展驱动作用的强度存在显著“南强北弱”的城市异质性特征。因此，应根据不同地区差异特征对体育城市全民健身智慧化转型精准施策，促进我国全民健身智慧化协同转型。第一，南方地区体育城市的数字化水平较高，数字经济发展相对成熟，应依托沿海地区创新要素集聚优势，大力推进前沿技术突破与全民健身领域应用，稳步推进数字经济发展。辐射带动周边城市数字经济和全民健身智慧化发展，形成良性互动和循环，不断提升数字经济与全民健身智慧化发展质量。第二，北

方体育城市在全民健身智慧化转型过程中，应重视经济发展、科技创新与产业动能结构驱动作用，逐步加大高附加值新兴产业培育力度，加快传统优势产业数字化改造进程，从而增强区域产业体系的协同效能与转型动能，推动地区经济快速发展、科技创新突破与产业动能结构优化升级，促进全民健身智慧化转型发展。第三，积极推进南方体育城市与北方体育城市的产业互补，走合理分工、优化发展之路。通过合作共建产业园区、搭建产业转移平台等方式，全面开展产品、技术、项目、人员交流，加快推进数字经济的合作对接，推进数字经济与全民健身智慧化的区域协调发展。

参考文献：

- [1] 国家体育总局办公厅印发《2025年群众体育工作要点》[EB/OL]. (2025-02-05)[2025-02-10]. <https://www.sport.gov.cn/n20001280/n20001265/n20067533/c28451121/content.html>
- [2] 张叶涵，陈嘉良，李海，等. 数字技术赋能公共体育服务发展效应的实证检验[J]. 上海体育大学学报，2024，48(6): 81-93+104.
- [3] 潘磊. 基于《实施方案》政策文本的体育消费城市建设研究[J]. 体育学刊，2024，31(4): 81-87.
- [4] 李明，许文鑫. 从技术赋能到整体重塑：公共体育服务数字化治理的模式重构、组织变革及推进机制[J]. 武汉体育学院学报，2024，58(3): 26-33.
- [5] 冯靖媛，李荣日. 全民健身公共服务智慧化转型升级的逻辑理路、现实样态与践行方略[J]. 沈阳体育学院学报，2024，43(1): 64-70.
- [6] 冯振伟，田丰. 全民健身智慧化的逻辑理路与实现进路[J]. 体育学刊，2022，29(6): 57-63.
- [7] 冯俊翔，郑家鲲. 数字技术嵌入全民健身公共服务负效应的形成与消解[J]. 体育学刊，2024，31(1): 29-37.
- [8] 熊禄全，刘青，向剑锋. 以人民为中心高质量发展全民健身公共服务：内在逻辑与实践路向[J]. 体育科学，2025，45(3): 11-25.
- [9] 徐国冲，张明月. 公共体育服务智慧化供给的实践困境与破解路径——以X市智慧体育平台建设为例[J]. 上海体育大学学报，2024，48(7): 56-65.
- [10] 冯振伟，田丰，陈召，等. 全民健身智慧化的条件诉求、阻滞因素与优化路径[J]. 沈阳体育学院学报，2022，41(4): 71-77.
- [11] 李军，赵亮，段娟娟，等. 数字驱动全民健身公共服务平台化治理的理论逻辑与实践走向[J]. 体育学刊，2023，30(6): 49-58.
- [12] 袁立媛，张凤彪. “制度-数字”双轮驱动全民健

- 身智慧治理的逻辑理路、现实困境与实践路径[J]. 沈阳体育学院学报, 2024, 43(3): 85-91.
- [13] 刘谢慈, 林凯莉. 全民健身数智化转型背景下智能可穿戴设备用户数据隐私的保护[J]. 体育学刊, 2024, 31(4): 64-72.
- [14] 孙晨, 李荣日. 数字时代全民健身公共服务治理现代化: 现实困境与实践转向[J]. 沈阳体育学院学报, 2022, 41(3): 117-122+129.
- [15] 王宇宁, 程文广. 全民健身公共服务智慧化实践困境及行动路向[J]. 体育文化导刊, 2022(10): 65-72.
- [16] 张润晨, 李燕领, 马弘宇, 等. 城市社区公共体育服务质量管理优化: 框架设计、创新实践与路径选择——基于 PDCA 管理循环理论[J]. 体育学刊, 2024, 31(3): 59-65.
- [17] 邵鸿翔. 线性回归方法在数据挖掘中的应用和改进[J]. 统计与决策, 2012(14): 76-80.
- [18] 刘守英, 王志锋, 张维凡, 等. “以地谋发展”模式的衰竭——基于门槛回归模型的实证研究[J]. 管理世界, 2020, 36(6): 80-92+119+246.
- [19] HANSEN B E. Sample splitting and threshold estimation[J]. Econometrica, 2000, 68(3): 575-603.
- [20] BONNIE A N, VICKI O D. Information ecologies: Using technology with heart[M]. London: MITPress, 1999: 81-88.
- [21] 王晰巍, 靖继鹏, 李思永. 基于信息生态视角的产业链形成及传导机理研究[J]. 情报理论与实践, 2010, 33(4): 18-20+9.
- [22] 廖小菲, 申雨瑶. 数字经济对中国城市低碳转型的影响机理及效应[J]. 经济地理, 2024, 44(6): 31-41.
- [23] 徐振剑, 吕拉昌, 辛晓华. 中国城市发展空间分异及其影响因素[J]. 经济纵横, 2023(8): 71-79.
- [24] 焦帅涛, 孙秋碧. 我国数字经济发展测度及其影响因素研究[J]. 调研世界, 2021(7): 13-23.
- [25] 任保平, 司聪. 以科技创新与产业创新的深度融合推动形成新质生产力研究[J]. 经济学家, 2025(2): 76-86.
- [26] 赵海东, 李桥兴. 中国省域数字经济-科技创新-生态环境耦合协调的时空演化及影响因素研究[J]. 地域研究与开发, 2025, 44(1): 29-36.
- [27] 郑冰, 赵彦云, 吕凯波. 数字经济驱动城市创新水平提升的效应与机制——基于“宽带中国”和“智慧城市”两项试点改革的实证分析[J]. 经济问题探索, 2023(11): 20-36.
- [28] 赵海东, 李桥兴. 中国省域数字经济-科技创新-生态环境耦合协调的时空演化及影响因素研究[J]. 地域研究与开发, 2025, 44(1): 29-36.
- [29] 体育总局群体司. 体育总局群体司关于印发《全民健身信息服务平台建设指南(试行)》的通知[EB/OL]. (2022-09-13)[2024-06-17]. <https://www.sport.gov.cn/n315//content.html>
- [30] 城市体育竞争力评价指标体系 第2部分: 全民健身竞争力: T/CSSS XXXX—2025[S]. 北京: 中国体育科学学会, 2025.
- [31] 丁云霞, 黄希发. 城市体育竞争力评价概念模型构建研究[J]. 体育科学, 2023, 43(10): 34-44.
- [32] G20 官网. 二十国集团数字经济发展与合作倡议[EB/OL]. (2016-09-20)[2024-06-25]. http://www.g20chn.org/hywj/dnccwj/201609/t20160920_3474.html
- [33] 赵涛, 张智, 梁上坤. 数字经济、创业活跃度与高质量发展——来自中国城市的经验证据[J]. 管理世界, 2020, 36(10): 65-76.
- [34] 韩冬日, 吕晓丽, 董会忠, 等. 数字技术对降碳减污协同增效的门槛效应[J]. 资源科学, 2023, 45(11): 2130-2143.
- [35] 刘思明, 张世瑾, 朱惠东. 国家创新驱动力测度及其经济高质量发展效应研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2019, 36(4): 3-23.

