

教育信息化 2.0 时代教育均衡发展研究

——基于面板门槛回归模型

陈卓¹ 尚海洋² 樊姣姣²

(1. 西北政法大学 科研处, 西安 710122; 2. 西北政法大学 管理学院, 西安 710122)

[摘要] 教育信息化是促进区域教育均衡发展的重要路径。基于 2004—2017 年我国大陆 31 个省(市、区)的面板数据,本研究采用以地区经济发展水平为门槛变量的面板门槛模型,检验教育信息化投入与教育信息化水平之间的非线性关系。研究发现,在 2004—2017 年间,教育信息化投入对教育信息化水平的提升,具有显著的单一门槛效应。当经济发展水平处于门槛值以下时,增加教育信息化投入能显著提升教育信息化水平;当经济发展水平处于门槛值以上时,增加教育信息化投入对提升教育信息化水平效果不显著。基于此,本研究建议地方财政应继续加大教育信息化投入,提高教育信息化水平,缩小 2.0 时代教育信息化的区域差异,促进信息时代教育改革与发展,助推教育现代化的提前实现。

[关键词] 教育信息化; 区域差异; 面板门槛模型

[中图分类号] G521

[文献标识码] A

[文章编号] 1007-2179(2022)04-0066-08

一、引言

教育信息化是我国促进教育均衡发展的重大举措。我国将信息化融于教育的探索始于 20 世纪 80 年代初,当时为应对基础教育城乡与区域发展的严重不均衡,逐步开展了一系列教育信息化专项建设。自此,我国教育信息化进入 1.0 时代。根据不同时期教育信息化建设侧重点的不同,以 2008 年为界限可将 1.0 时代分为两阶段:第一阶段是信息化基础资源的建设,包括教学计算机、网络

多媒体教室、校园网、电子图书等。这一阶段的教育信息化城乡及区域差异主要体现在基础资源上,也被称为“物理资源鸿沟”。到第二阶段,资源鸿沟仍然存在,但除了“三州三区”等偏远贫困地区外,各地区基础资源建设水平普遍较高。这一阶段我国重点关注教育信息化资源的应用能力,包括关注信息化人才的培养,即加大人力资源的投入;关注学生的信息素养,即学生应用信息化资源与所学信息化知识获取、应用信息的能力。该阶段的教育信息化城乡和区域差异主要体现在信息化资源

[收稿日期] 2022-06-20

[修回日期] 2022-07-04

[DOI 编码] 10.13966/j.cnki.kfjy.2022.04.008

[基金项目] 国家社会科学基金项目“脱贫山区农村社会组织稳定脱贫的作用机制与提升路径研究”(21BJY138);陕西省科技创新人才推进计划软科学一般项目“农村社会组织在陕南地区稳定脱贫衔接乡村振兴中的作用路径与提升对策研究”(2022KRM045)。

[作者简介] 陈卓,馆员,西北政法大学科研处,研究方向:图书情报与教育发展;尚海洋(通讯作者),教授,西北政法大学管理学院,研究方向:公共经济与政策(haiyangshang@sina.cn);樊姣姣,硕士研究生,西北政法大学管理学院,研究方向:公共管理。

[引用信息] 陈卓,尚海洋,樊姣姣(2022). 教育信息化 2.0 时代教育均衡发展研究——基于面板门槛回归模型[J]. 开放教育研究,28(4): 66-73.

的应用能力上,可称为“应用素养鸿沟”。2018年,《教育信息化2.0行动计划》的颁布意味着我国教育信息化进入2.0时代,主要关注智慧教育、网络扶智、信息素养等,出现了新的数字鸿沟即“智能鸿沟”。由此来看,在教育信息化2.0时代初,回顾1.0时代的建设成效十分必要且具有价值,可为2.0时代应对教育智能鸿沟提供启示。

教育信息化水平及其影响因素研究主要涉及三大类:一是建立教育信息化测度指标体系,描述分析教育信息化的均衡性。李葆萍(2012)、陈纯槿等(2018)、白文倩等(2019)分别以统计指标对比某一时期我国义务教育信息化建设的均衡性;李毅等(2020)建立信息素养的评价指标体系评估教育信息化2.0时代师范生的信息素养水平;二是使用问卷调查研究教育信息化发展水平及其影响因素。吴砥等(2016)使用问卷调查中部五省市的基础教育信息化指数,据此描述分析其差异性及其影响因素;万森(2017)采用问卷调研河南省部分地区中小学,分析城乡基础教育信息化的差异及其影响因素;卢春等(2016)采用问卷调研东部G市中小学,建立指标体系量化该地教育信息化水平,分析导致教育信息化水平差异的关键因素;三是政策解读分析。冯仰存等(2018)在解读《教育信息化2.0行动计划》中提出了数字、新数字、智能鸿沟的三层数字鸿沟概念,分别对应于教育信息化建设的不同阶段;雷励华等(2019)站在教育信息化2.0时代反思1.0时代城乡教育均衡性问题,提出教育资源与质量不完全呈线性关系。陈琳等(2021)探索了教育信息化的新发展策略。还有少量实证分析类研究,如李志河等(2019)采用德尔菲法和层次分析法等研究工具构建指标测算基础教育信息化发展水平,并对政府支持度、社会信息化水平对基础教育信息化发展水平的影响进行了实证检验。

总体而言,当前教育信息化水平及其影响因素研究存在的不足在于:一是对教育信息化水平的研究以构建测度指标为主,且大多是为了辅证描述性分析,基于数据的分析较少;二是缺少对教育信息化水平区域差异影响因素的定量分析,少量研究通过调查数据量化比较教育信息化水平的区域差异,且对影响因素的分析仍以描述为主。受统计数据的可获得性、连续性、完备性、现实性等因素限制,

很难建立系统、全面的指标体系来衡量教育信息化水平。本研究基于2004—2017年我国大陆31个省(市、区)的教育信息化、教育投入等面板数据,建立门槛回归模型,分析教育信息化投入与教育信息化发展水平之间的关系,以期缩小2.0时代教育信息化的区域差异、促进信息时代教育改革与发展提供参考。

二、教育信息化发展水平评估

(一)评估指标

参考已有文献并考虑到数据的可获得性,本研究对教育信息化水平的评估主要包括四个方面:信息化基础设施建设水平、软件资源建设水平、信息化资源应用能力、学生信息素养(见表一)。1) 信息化基础设施是实现教育信息化的物质载体和前提,主要包括教学用计算机数量、开通校园网数、网络多媒体教室数量、微机室面积等硬件资源。2) 软件资源是硬件基础设施发挥效用的主要媒介,主要包括电子图书、网络课程、虚拟实验室、各类交互式 and 生成式学习工具等(赵国栋等,2009)。由于统计年鉴中电子图书藏量的连续数据并不完整,本研究通过整体图书藏量(电子图书藏量是其重要部分)衡量地区软件资源建设水平。3) 信息化资源应用能力反映的是信息化硬软件资源的应用质量,是教育信息化产生效益的关键要素,主要包括信息技术课专任教师数、教师教育技术技能、教育信息化平台建设等。4) 学生信息素养反映的是教育信息化建设最终实现的效益,代表的是信息化资源投入的产出,是评估教育信息化水平最主要的指

表一 教育信息化水平评估指标体系

一级指标	二级指标	指标单位
信息化基础设施建设水平	生均教学计算机 ^① X_1	台/人
软件资源建设水平	生均图书藏量 X_2	万册/人
信息化资源应用能力	专任教师本科以上学历比例 X_3	%
学生信息素养	15岁及以上人口中非文盲、半文盲比例 X_4	%
	大专及以上学历人口比例 X_5	%
	普通高等学校毕(结)业生占总人口的比例 X_6	%
	普通高等学校在校学生占人口的比例 X_7	%

标,主要包括信息意识、知识、能力素养等。当前国内外研究对该指标的评估多采用调查问卷的形式,但实际调查中,信息素养测度涉及多方面要素且无统一标准,因此调查问卷方法实际操作较难。对此,部分学者(刘骏等,2012,罗廷锦等,2018,李健等,2018)用替代指标反映信息素养。本研究借鉴以上文献,选取15岁及以上人口中非文盲、半文盲比例等四个二级指标综合测度有较强信息意识与能力的人口比例,间接反映学生的信息素养。

(二)评估方法

由于测度教育信息化水平的变量较多,为避免变量之间存在多重共线性导致测度结果失真,本研究采用基于主成分模型的因子分析法对各地区教育信息化水平进行测度。在测算前,研究者首先对数据进行标准化处理;其次,采用因子分析法提取代表性因子,得到KMO值为0.736,Bartlett的球形度检验显著性为0.000,证明各因素间关联程度较高;最后通过对标准化数据的相关关系矩阵求解,提取出两个主成分,见公式(1)、公式(2):

$$F_1 = 0.368X_1 + 0.362X_2 + 0.406X_3 + 0.286X_4 + 0.366X_5 + 0.423X_6 + 0.417X_7 \quad (1)$$

$$F_2 = 0.540X_1 + 0.574X_2 - 0.114X_3 + 0.139X_4 - 0.413X_5 - 0.267X_6 - 0.325X_7 \quad (2)$$

以 F_1 、 F_2 的方差贡献率比重为权重计算,得到综合得分公式:

$$F = 0.661F_1 + 0.155F_2 \quad (3)$$

将2004—2017年我国大陆31省(市、区)的标准化数据代入公式(3),计算得出各地区2004—2017年的教育信息化水平得分值。

(三)区域差异

2004—2017年我国31个省(市、区)教育信息化水平的综合评估结果见表二。由表二可知,2004—2017年我国教育信息化水平区域差异总体呈逐渐缩小趋势,但差异仍然存在,尤其是北京、上海等东部发达地区与西藏、青海等西部欠发达地区的教育信息化水平始终存在较大差异。例如,2004年,北京教育信息化水平达到8.32,几乎是西藏的七倍;2017年,北京教育信息化水平仍高于西藏六倍。可见,1.0时代教育信息化的区域差异虽有缩小但幅度很小。

需说明的是,本研究所建指标体系主要是为了

评估教育信息化水平的区域差异,未能体现如云教育平台等新资源的建设与应用水平,因此对各地区自身教育信息化水平的纵向分析存在滞后性。例如,北京、上海以及河北等地的教育信息化水平存在不同幅度的下降,这与经济较发达地区较早地重视教育信息化新资源的建设与应用密切相关。早在教育信息化1.0时代的第二阶段即数字化建设时期(2008—2017年),我国教育信息化已进入应用素养的数字鸿沟时期,但统计数据未能与时俱进,未能收录体现新数字资源和应用素养等指标。

为客观真实地评估教育信息化水平,我国教育统计数据指标体系亟需更新。尤其是在我国教育信息化进入2.0时代后,区域间出现了新的数字鸿沟,即智能鸿沟。这要求教育现代化进程需关注新资源、信息素养等因素。就区域差异看,与已有研究结论一致,教育信息化水平的区域差异虽呈现缩小趋势,但区域差异仍较大。对此,我们需要对教育信息化水平区域差异的影响因素进行分析,以期能够找到促进教育信息化区域均衡的突破口。

三、实证分析

(一)研究假设

1)地区教育信息化投入。郭莉等(2008)认为教育信息化投入差异是导致教育信息化水平差异的第一原因。教育信息化投入水平直接决定了教育信息化基础设施建设、软件资源建设和信息化人才培养等水平的高低,这些要素是评价教育信息化水平的重要指标。也就是说,教育信息化的投入与其效益即教育信息化水平正相关。

2)地区经济发展水平。熊才平等(2004)认为地区的经济发展水平不仅直接与教育信息化水平正相关,还通过正向调节教育信息化投入影响教育信息化水平。一个地区的经济发展水平会影响地方教育信息化投入的绝对量并最终体现在教育信息化水平上。

3)地区社会信息化水平。教育信息化属于社会信息化的一部分。一个地区的社会信息化水平高低反映了该地区信息化资源应用效率的高低。当某一地区的社会信息化程度较高时,该地区的信息化资源建设水平也较高。此外,该地区居民的信息意识普遍较高,其对信息化知识、技能的学习

表二 2004—2017年各省(市)教育信息化水平综合分值

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
北京	8.32	8.26	8.17	8.04	7.91	7.89	7.75	7.81	7.70	7.57	7.48	7.53	7.43	7.32
天津	5.65	5.82	5.84	5.85	5.86	5.92	5.88	5.96	5.93	5.91	5.89	5.90	5.91	5.96
河北	4.52	4.29	4.29	4.25	4.29	4.25	4.22	4.09	4.02	4.07	4.03	3.89	3.84	3.78
山西	3.72	3.82	3.78	3.78	3.70	3.67	3.62	3.49	3.60	3.71	3.71	3.87	3.88	3.93
内蒙古	3.12	3.21	3.16	3.21	3.25	3.22	3.40	3.46	3.47	3.33	3.27	3.32	3.40	3.34
辽宁	5.41	5.32	5.26	5.25	5.28	5.26	5.21	5.27	5.39	5.42	5.39	5.37	5.37	5.34
吉林	4.62	4.56	4.54	4.51	4.46	4.57	4.58	4.51	4.56	4.57	4.65	4.74	4.80	4.76
黑龙江	4.65	4.68	4.61	4.60	4.57	4.55	4.62	4.61	4.59	4.66	4.68	4.71	4.72	4.68
上海	6.89	6.76	6.70	6.59	6.56	6.46	6.30	6.36	6.17	5.99	6.06	5.98	5.93	5.93
江苏	5.71	5.94	5.89	6.09	6.22	6.35	6.57	6.50	6.48	6.45	6.34	6.26	6.22	6.17
浙江	4.69	4.62	4.76	4.63	4.68	4.79	4.61	4.74	4.84	4.81	4.76	4.74	4.74	4.70
安徽	3.64	3.59	3.60	3.55	3.60	3.68	3.83	3.90	4.03	4.02	4.11	4.10	4.08	4.01
福建	3.59	3.72	3.82	3.77	3.83	4.05	4.12	4.20	4.01	4.05	4.06	4.02	3.95	3.95
江西	3.85	3.92	4.04	4.28	4.25	4.09	4.01	3.86	3.83	3.86	3.82	3.75	3.80	3.92
山东	5.10	5.37	5.50	5.54	5.48	5.47	5.38	5.22	5.16	5.10	4.99	5.00	5.03	5.13
河南	4.16	4.08	4.02	4.04	4.11	4.12	4.19	4.19	4.12	4.30	4.35	4.30	4.31	4.37
湖北	5.39	5.29	5.45	5.43	5.53	5.41	5.40	5.47	5.63	5.63	5.65	5.62	5.54	5.48
湖南	4.69	4.75	4.67	4.62	4.57	4.47	4.41	4.22	4.19	4.13	4.08	4.05	4.06	4.01
广东	4.66	4.70	4.80	4.79	4.72	4.67	4.56	4.73	4.73	4.62	4.69	4.78	4.84	4.85
广西	3.40	3.38	3.45	3.42	3.35	3.30	3.42	3.42	3.32	3.33	3.32	3.31	3.38	3.43
海南	2.96	2.98	2.94	2.98	2.96	3.08	3.24	3.16	3.23	3.22	3.20	3.26	3.19	3.21
重庆	3.73	3.80	3.73	3.75	3.75	3.81	3.91	4.07	4.07	4.12	4.31	4.31	4.39	4.44
四川	4.29	4.12	4.16	4.14	4.13	4.09	4.09	4.02	4.08	4.20	4.21	4.24	4.15	4.20
贵州	2.51	2.38	2.36	2.34	2.28	2.23	2.20	2.24	2.23	2.36	2.41	2.34	2.42	2.65
云南	2.90	2.83	2.83	2.77	2.72	2.64	2.76	2.73	2.77	2.83	2.82	2.78	2.78	2.77
西藏	1.21	1.26	1.30	1.45	1.45	1.49	1.50	1.43	1.37	1.25	1.18	1.29	1.18	1.15
陕西	4.89	4.93	4.91	4.94	5.02	4.98	5.12	5.11	5.23	5.24	5.28	5.54	5.44	5.36
甘肃	2.99	2.97	2.83	2.83	2.85	2.92	3.02	3.10	3.18	3.23	3.29	3.18	3.14	3.04
青海	1.98	2.06	2.01	1.91	2.00	2.00	1.64	1.71	1.61	1.62	1.57	1.38	1.49	1.54
宁夏	2.55	2.46	2.50	2.53	2.57	2.53	2.47	2.43	2.53	2.62	2.64	2.77	2.86	2.80
新疆	3.20	3.10	3.07	3.07	3.04	2.99	2.95	2.96	2.86	2.75	2.73	2.63	2.68	2.75

意愿也较强烈;当地居民对信息化知识、技能的掌握程度普遍较高,他们对信息化资源的应用能力也较强,进而激发他们更强烈的学习意愿,提升信息化技能,如此循环往复,使得该地区与社会信息化水平较低地区的差异逐渐明显。

4)地区内城乡教育信息化的均衡程度。我国教育信息化的区域和城乡差异一直存在,地区内的城乡差异是区域差异的一部分促成原因。教育信

息化水平存在城乡差异的根本原因是城乡发展的不均衡。当城乡居民在消费意识、结构、水平等差异较大时,就会出现教育信息化资源的拥有与应用上的差异并最后作用在教育信息化水平上。

5)地方政府对教育信息化的重视程度。地方政府对教育信息化的重视程度也是重要影响因素。地方政府看重教育信息化建设,即使经济发展水平低也会在教育信息化投入上努力与经济发展水平

较高地区持平,最终实现教育信息化水平相当。

除上述因素,各地区教育信息化水平还会受地方的经济开放度、办学规模、对升学率的重视程度等的影响。本研究主要分析教育信息化投入与教育信息化水平之间的相关关系。根据已有研究可知,教育信息化投入与教育信息化水平之间并非完全呈线性相关关系。

综上所述,本研究提出以下假设并通过构建面板门槛模型对其验证。

H_1 : 教育信息化投入与教育信息化水平之间存在非线性关系。

H_2 : 教育信息化投入与教育信息化水平的相关关系受地区经济发展水平的影响。

(二)模型设定

本研究参照已有文献以及门槛模型的设计思路(Zhou *et al.*, 2022),构建了我国教育信息化投入对教育信息化水平促进作用的门槛回归模型:

$$EIL_{it} = \alpha_0 + \beta_1 \ln EII_{it} I(\ln PGDP_{it} \leq \gamma) + \beta_2 \ln EII_{it} I(\ln PGDP_{it} > \gamma) + \delta X_{it} + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中, i 表示地区, t 表示年份, EIL_{it} 为被解释变量(教育信息化水平), $\ln EII_{it}$ 为核心变量(教育信息化投入); X_{it} 为其他影响教育信息化水平的控制变量,包括地区社会信息化水平(IL)、收入差异($GINI$)、国家财政性教育经费水平(EF)等;地区经济发展水平的对数值($\ln PGDP$)为门槛变量, γ 为未知的门槛值, $I(\ln PGDP_{it} \leq \gamma)$ 和 $I(\ln PGDP_{it} > \gamma)$ 是指示函数, $\varepsilon_{it} \sim iid(0, \sigma^2)$ 为随机扰动项。门槛回归模型分为三个步骤:一是估计门槛值 γ 和参数 β ,二是检验门槛效应,三是检验门槛值。

(三)变量描述

城乡间收入差距越大,表明该地区的城乡发展均衡程度越低,反之越高。

③国家财政性教育经费水平(EF)。本研究选用国家财政性教育经费占国内生产总值的比重衡量“国家财政性教育经费水平”(梁功平,2013),该值越大表明该地区政府对教育投入的重视程度越高,反之越低。

2. 样本选取与数据来源

我国教育信息化1.0时代始于20世纪末至

1. 变量选择与说明

1)教育信息化投入(EII)。本研究选用学校产权资产统计的固定资产值与当年人口数的比值(万元/人),即人均固定资产值,反映教育信息化投入水平的高低。这是因为直接衡量教育信息化投入水平的数据难以获得且完整性较弱,教育信息化投入主要包括教学和科研仪器设备资产、信息化设备资产,这两者都是衡量教育信息化投入的重要要素。另外,本研究对人均固定资产值取自然对数,以分析其变动率对教育信息化水平的影响。

2)门槛变量($PGDP$)。本研究选取地区人均国内生产总值(元/人)指标,反映地区经济发展水平。同样,在回归中对该指标取自然对数,以分析其百分比变动对调节教育信息化投入影响教育信息化水平的作用。

3)控制变量

①信息化水平(IL)。衡量信息化水平的指标很多。熊才平等(2004)采用地区的互联网发展水平评价该地区的信息化水平;王艾敏等(2015)选用代表农村信息化水平的物质载体(农户家庭电脑、电话等的拥有量)衡量农村信息化水平;俞立平(2011)认为信息化是为了提升信息传递水平,故而利用地区的邮电业务额衡量信息化水平。考虑到数据的可得性与完整性,本研究选用各地邮电业务量占GDP比重(%)评价各地区社会信息化水平。

②收入差距($GINI$)。对该指标的衡量可以选用基尼系数、城乡收入差距等。本研究借鉴王甘等(2012)的研究,利用城乡间收入差距(%)测算该指标,计算公式为:

$$\frac{\text{城镇家庭平均每人可支配收入} - \text{农村居民家庭人均年纯收入}}{\text{城镇家庭平均每人可支配收入} + \text{农村居民家庭人均年纯收入}} \times 100\% \quad (5)$$

2018年,综合考虑统计数据的可得性与完整性,本研究以2004—2017年我国大陆31个省(市、区)为样本构建面板数据。数据来源于《中国教育统计年鉴》《中国统计年鉴》《中国人口统计年鉴》。

本研究在实证检验中对样本部分变量取自然对数(消除异方差)。为避免伪回归,参考陈燕翎等(2019)的方法对所有变量进行单位根LLC检验,所有变量都在0.01的显著性水平下通过检验,即面板数据具有平稳性。变量统计结果见表三。

表三 变量的描述性统计

变量名称	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
教育信息化水平(<i>EIL</i>)	434	4.160	1.388	1.150	8.320
教育信息化投入(<i>lnEII</i>)	434	6.671	0.772	4.600	11.110
人均国内生产总值(<i>lnPGDP</i>)	434	10.233	0.664	8.350	11.830
信息化水平(<i>IL</i>)	434	5.530	2.490	1.980	12.540
收入差距(<i>GINI</i>)	434	47.727	7.088	29.700	66.060
国家财政性教育经费(<i>EF</i>)	434	4.311	2.290	1.840	18.150

(四) 门槛回归模型检验

1. 门槛效应检验

本研究利用 STATA15.1 软件检验模型的门槛效应,以地区经济发展水平为门槛变量,对存在三门槛、双门槛、单门槛的三种情况进行估计,通过反复抽样与 bootstrap 方法得到 F 统计量和 p 值,并据此确定模型的门槛个数及形式(见表四)。

表四 门槛效应自抽样检验

模型	F 值	P 值	BS 次数	临界值		
				1%	5%	10%
单一门槛	71.62***	0.0000	300	56.7538	36.5701	30.4265
双重门槛	16.30	0.3067	300	50.4553	37.6190	24.3147
三重门槛	7.71	0.6167	300	36.3617	23.5949	17.8167

注:***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的显著性水平下通过检验。

由表四可知,在抽样 300 次下,单门槛效应在 1% 的显著性水平下通过检验,双门槛和三门槛均未通过水平为 10% 的显著性检验。因此,本研究建立单门槛模型进行回归分析。

2. 门槛值估计和真实性检验

模型通过门槛效应检验后,还需对模型的门槛值进行检验。由模拟结果可知,单门槛模型的门槛估计值为 11.40,对应的 95% 置信区间为 [11.36, 11.44]。本研究进一步检验门槛估计值的真实性(见图 1)。图中水平线为 LR 值在 5% 显著水平下的临界值,虚线以下部分为门槛值对应的 95% 置信区间。从图 1 可以看出,在 95% 的渐进有效置信区间 [11.36, 11.44] 内,LR 统计量趋近于零,即接受“门槛估计值与真实值一致的原假设”,这说明门槛估计值通过了真实性检验。

(五) 实证结果与分析

根据 STATA15.1 软件对该单门槛模型的回归

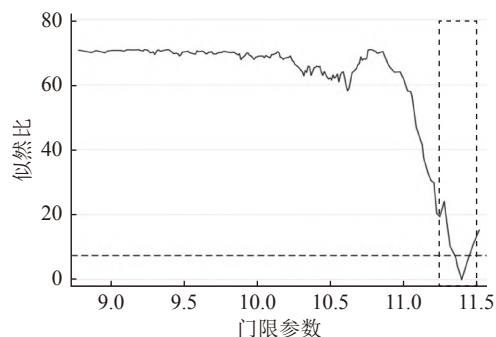


图1 门槛估计值真实性检验

分析结果(见表五),教育信息化投入在不同经济发展水平下均正向促进教育信息化发展,这种促进效应随经济发展水平的提高而减弱。当经济发展处于较低水平($\ln PGDP \leq 11.40$),其回归系数 β_1 为 0.0675 ($t = 3.07$),此时增加教育信息化投入对提高教育信息化水平有显著的促进作用;当经济发展处于较高水平($\ln PGDP > 11.40$),其回归系数 β_2 为 0.0181 ($t = 0.84$),此时增加教育信息化投入对提高教育信息化水平的促进作用减弱,且未通过显著性检验,即增加教育信息化投入不能显著影响教育信息化水平。

表五 门槛模型的回归分析结果

	估计参数	标准误差	t 值	P 值	95% 置信区间
<i>IL</i>	0.0014	0.0045	0.32	0.75	[-0.0074, 0.0102]
<i>GINI</i>	-0.0090**	0.0035	-2.57	0.01	[-0.0159, -0.0021]
<i>EF</i>	-0.0506***	0.0117	-4.33	0.00	[-0.0736, -0.0276]
<i>lnEII</i> ($\ln PGDP \leq 11.40$)	0.0675***	0.0220	3.07	0.00	[0.0243, 0.1106]
<i>lnEII</i> ($\ln PGDP > 11.40$)	0.0181	0.0215	0.84	0.40	[-0.0242, 0.0604]
常数项	4.3650***	0.2558	17.06	0.00	[3.8625, 4.8683]

注:***、**、* 分别表示在 1%、5%、10% 的显著性水平下通过检验。

模型的回归分析结果证明,研究假设 H_1 与 H_2 ,即教育信息化投入与教育信息化水平之间并非简单的线性相关关系,而是存在以经济发展水平为门槛变量的门槛效应。本研究依据门槛值将经济发展水平分为较高与较低两个层次,依此标准,只有北京和上海在 2012 年、江苏在 2015 年、浙江在 2017 年跨过门槛进入经济发展水平较高地区。

当地区经济发展水平越过门槛值,增加教育信息化投入对提高教育信息化发展水平作用较弱,这

一是经济发展水平较高地区更关注教育信息化资源的应用;二是如前所述,本研究对教育信息化水平的评估指标未能反映云教育平台等新资源的建设与应用;三是影响教育信息化水平的因素复杂多样,本研究未能将各方面因素都纳入考虑,如地区的经济开放度等。当地区经济发展水平低于门槛值时,增加教育信息化投入能显著提高教育信息化水平。一般情况下,经济发展水平较低地区仍需完善基础设施的建设,增加教育信息化投入会取得较为显著的效果。

表五也报告了控制变量的回归结果。社会信息化水平(IL)与教育信息化水平呈正相关,但未通过水平为10%的显著性检验。这是因为社会信息化水平反映的是信息化资源的应用能力,本研究对教育信息化水平的资源应用能力的测量指标较少。总体来看,该变量的回归结果与前文分析基本相符;收入差距($GINI$)对教育信息化水平显著负相关,回归系数为0.0675,这一模拟结果与前文分析相符;国家财政性教育经费水平(EF)与教育信息化水平显著负相关,这一结果与前文分析似乎不符。原因在于,政府重视教育信息化建设会促进教育信息化水平的提升,选择国家财政性教育经费占GDP的比重衡量该因素就隐含一个假设,即地方政府对教育的重视程度代表了对教育信息化的重视程度。事实上,各国财政性教育经费的分配结构存在差异,并非重视教育的地区一定重视教育信息化。综上所述,模型的回归结果与前文分析基本一致。同时,为确保分析准确且有意义,本研究参照陈燕翎等(2019)研究检验了模型的稳健性。

四、结论与讨论

本研究发现,2004—2017年间,教育信息化投入对教育信息化水平的提升具有显著的单一门槛效应。当经济发展水平处于门槛值以下时,增加教育信息化投入能显著提升教育信息化水平;当地区经济发展水平处于门槛值以上时,增加教育信息化投入对提升教育信息化水平不显著。与已有研究结论不同的是,本研究发现国家财政性教育经费对促进教育发展非常重要,但是教育信息化的教育经费投入仍有待完善。鉴于此,本研究建议,地方政府应继续适当加大教育信息化投入,提高教育信息

化水平,缩小区域差异。

本研究的不足在于:一是研究数据获取方面,所选取的教育信息化投入与教育信息化水平的评估指标存在滞后性,未反映如云教育平台等新资源的建设与应用,以及电子图书藏量、学生信息素养以及地方政府对教育信息化的重视程度等,而是选取了替代指标,存在一定片面性;二是教育信息化水平的影响因素复杂多样,本研究所建面板门槛回归模型未能将地方经济的开放度、地方对升学率的重视程度等因素纳入,有待后续改进与完善。

〔注释〕

① 本研究的“生均”数选用的是每十万人口各阶段平均在校生数(人),包括幼儿园、小学、初中、高中和高等学校。其中,初中包括普通初中和职业初中;高中合计数数据包括普通高中、成人高中、普通中专、职业高中、技工学校和成人中专;高等学校包括普通高等学校和成人高等学校。

〔参考文献〕

- [1] 白文倩,徐晶晶(2019).义务教育信息化资源配置均衡性研究:基于2001-2018年《中国教育统计年鉴》数据分析[J].现代教育技术,29(10):108-114.
- [2] 陈燕翎,庄佩芬(2019).贸易开放、人力资本和农业全要素生产率:基于面板门槛回归的实证研究[J].中共福建省委党校学报,1:83-92.
- [3] 陈纯槿,鄧庭瑾(2018).我国基础教育信息化均衡发展态势与走向[J].教育研究,39(8):129-140.
- [4] 陈琳,许林(2021).新时代教育信息化2.0发展策略研究[J].中国电化教育,1:96-127.
- [5] 冯仰存,任友群(2018).教育信息化2.0时代的教育扶智:消除三层鸿沟,阻断贫困传递:《教育信息化2.0行动计划》解读之三[J].远程教育杂志,36(4):20-26.
- [6] 郭莉(2008).中小学教育信息化效益与影响因素分析[J].教学与管理,18:3-5.
- [7] 李葆萍(2012).我国义务教育信息化建设均衡性研究——基于2001-2010年中国教育统计年鉴数据分析[J].中国电化教育,3:37-42.
- [8] 李毅,何莎薇,邱兰欢(2020).教育信息化2.0时代下师范生信息素养评价指标体系研究[J].中国电化教育,6:104-111.
- [9] 李志河,潘霞,刘芷秀,伊洁(2019).教育信息化2.0视域下高等教育信息化发展水平评价研究[J].远程教育杂志,37(6):81-90.
- [10] 李健,邬晓鸥(2018).统筹城乡发展背景下重庆市城乡数字鸿沟及其影响因素的实证研究[J].现代情报,38(3):87-132.
- [11] 卢春,周文婷,吴砥(2016).区域义务教育信息化发展指数及区域差异研究——基于2014、2015东部G市教育信息化数据分析[J].中国电化教育,5:51-57.
- [12] 雷励华,张子石,金义富(2019).教育信息化2.0时代城乡教育均衡发展路径反思与重构[J].中国电化教育,10:47-53.

- [13] 刘骏,薛伟贤(2012). 城乡数字鸿沟测度指标体系及其实证研究[J]. 预测, 31 (5): 68-73.
- [14] 罗廷锦,茶洪旺(2018). “数字鸿沟”与反贫困研究: 基于全国 31 个省市面板数据的实证分析[J]. 经济问题探索, 2: 11-74.
- [15] 梁功平(2013). 财政性教育经费占 GDP 比重的理论与实践分析[J]. 财政研究, 7: 67-70.
- [16] 吴砥,李枏枏,周文婷,卢春(2016). 我国中部地区基础教育信息化发展水平研究: 基于湖北、湖南、江西、河南、安徽 5 省 14 个市(区)的调查分析[J]. 中国电化教育, 7: 1-9.
- [17] 万森(2017). 基础教育信息化城乡差异性及其影响因素研究[J]. 现代远距离教育, 6: 40-46.
- [18] 王艾敏(2015). 中国农村信息化存在“生产率悖论”吗?——基于门槛面板回归模型的检验[J]. 中国软科学, 7: 42-51.
- [19] 王甘,李唐,杨威(2012). 财政教育支出、经济开放度与地区间教育水平差异间关系的实证分析: 基于 1998—2008 年中国省际面板数据[J]. 技术经济, 31 (3): 76-81.
- [20] 熊才平,楼广赤(2004). 多角度审视基础教育信息化区域性失衡问题[J]. 教育研究, 7: 32-37.
- [21] 俞立平(2011). 工业化与信息化发展的优先度研究[J]. 中国软科学, 5: 21-28.
- [22] 赵国栋,姜中皎(2009). 高校“开放教育资源”建设模式与发展趋势[J]. 北京大学教育评论, 7 (3): 123-134+191-192.
- [23] Zhou A. H., & Li, J.(2022). How do trade liberalization and human capital affect renewable energy consumption? Evidence from the panel threshold model[J]. Renewable Energy, 184: 332-342.

(编辑: 赵晓丽)

Analysis of Educational Equilibrium and Influencing Factors in the Era of Educational Informatization 2.0 ——Evidence based on Panel Threshold Regression Model

CHEN Zhuo¹, SHANG Haiyang² & FAN Jiaojiao²

(1. Research Department, Northwest University of Political Science and Law, Xi'an 710122, China;
2. School of Management, Northwest University of Political Science and Law,
Xi'an 710122, China)

Abstract: Educational informatization is an important way to promote the balanced development of regional education. The unevenness of regional economic development indirectly affects the level of educational informatization through its investment. Based on 31 provinces' data in Chinese mainland from 2004 to 2017, this paper establishes a panel threshold model with the level of regional economic development as the threshold variable to test the nonlinear relationship between education informatization investment and education informatization level. The study found that, education informatization investment had a significant single threshold effect on the improvement of education informatization level. When the level of economic development is below the threshold, increasing investment in education informatization can significantly improve the level of education informatization; when the level of economic development is above the threshold, increasing investment in education informatization has no significant effect on improving the level of educational informatization. In addition, the statistical indicators of education informatization need to be updated. The recommendations include: Local finance should continue to increase investment in education informatization appropriately, optimize and improve the level of education informatization investment, reduce the regional differences in education informatization in the 2.0 era, foster educational reform and development in the information era, and promote the advancement of educational modernization.

Key words: educational informationization; regional differences; panel threshold model