

数字经济发展对能源贫困作用机制研究

杨梦园

江苏大学, 财经学院, 江苏 镇江

收稿日期: 2023年11月13日; 录用日期: 2023年12月14日; 发布日期: 2023年12月27日

摘要

能源贫困因其与人类健康、环境保护和消除贫困的密切关系而引起了研究人员的广泛关注, 但是有关数字经济发展与能源贫困之间关系的研究较少。基于此, 本文综合测算了能源贫困指数与数字经济指数, 采用多元回归的方法对中国26个省份数字经济发展对能源贫困的影响及作用机制进行实证检验。研究发现, 数字经济发展能够显著缓解能源贫困程度。且这一作用效应主要通过数字经济促进能源效率提升和增加就业实现的。因此, 政府应加大对数字经济发展的支持力度, 进而促进能源贫困的缓解。

关键词

数字经济, 能源贫困, 多元回归

Research on the Impact Mechanism of Digital Economy Development on Energy Poverty

Mengyuan Yang

School of Finance and Economics, Jiangsu University, Zhenjiang Jiangsu

Received: Nov. 13th, 2023; accepted: Dec. 14th, 2023; published: Dec. 27th, 2023

Abstract

Energy poverty has attracted widespread attention from researchers due to its close relationship with human health, environmental protection and poverty eradication. However, there are few studies on the relationship between digital economic development and energy poverty. Based on this, this paper comprehensively calculates the energy poverty index and digital economy index, and uses multiple regression methods to conduct an empirical test on the impact and mechanism of digital economy development on energy poverty in 26 provinces in China. The research results

found that digital economic development can significantly alleviate energy poverty. And this effect is mainly achieved through the digital economy promoting energy efficiency and increasing employment. Therefore, the government should increase its support for the development of the digital economy to promote the alleviation of energy poverty.

Keywords

Digital Economy, Energy Poverty, Multiple Regression

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在人类文明发展的漫长历史中，贫困一直是困扰人类社会进步的核心问题之一(Fu *et al.*, 2021) [1]。值得注意的是，能源贫困不仅制约了经济的可持续增长，而且恶化了生态环境，抑制了居民的教育、卫生等社会福利(Apergis *et al.*, 2022) [2]。由于能源贫困与中国可持续发展目标的实现背道而驰，引起了政界和学术界的广泛关注。各国政府为消除能源贫困而大力实施的政策措施，其中，中国取得了显著成效(Wang *et al.*, 2015) [3]。国际能源署(2020)的最新报告明确显示，中国拥有电力和清洁烹饪设施的人口比例已从2000年的98.6%和46.8%显著增加到2019年的100%和71.3%。

然而，由于能源消费条件的不同，没有一个普遍适用于不同国家的能源贫困定义。对于大多数发展中国家能源贫乏者来说，由于缺乏电力等现代清洁能源，他们对生物质能源等固体燃料的依赖导致室内空气污染，威胁人类健康(Liu and Ansari, 2017) [4]。同样，由于排放物分散且未经处理，固体燃料的燃烧也会导致空气污染和环境退化(Jiang *et al.*, 2020) [5]。同时，发达国家燃料贫困的主要问题是，能源贫乏的家庭无法承担维持舒适的室内温度以保持健康所需的能源支出，这反过来会导致健康问题，也会导致社会贫困(Charlier and Kahouli, 2019) [6]。但是，随着数字经济的发展，这一问题可能能够被有效解决。

近年来，国家对促进数字经济发展部署了许多战略，比如“宽带中国”“数字中国”。随着众多国家战略的落地，中国家庭固定宽带普及率由2015年的52.6%提升至2020年的96%，移动宽带普及率则由2015年的57.4%提升至2020年的108%¹。随着中国信息化水平的持续提升，数字技术在实现能源脱贫方面起到了巨大的促进作用。最直接的改变就是，信息化时代，一部智能手机即能便捷地接入网络，随着智能手机普及率的持续提升，不同地区、不同人群间的“数字鸿沟”持续缩小，通过增加信息供给，可以让能源贫困人群更容易获取有机会节能电器及清洁家庭能源，可以极大缓解由于固体燃料燃烧带来的环境污染而造成的健康问题。基于数字技术，电子商务、网络自媒体、物流运输等诸多新行业、新模式不断涌现，增加了更多就业机会，能够给支付清洁燃料困难家庭带来更高的收入，从而进一步解决能源贫困问题。区块链、大数据等数字化技术的发展创新了信用评价机制，传统金融机构和新兴互联网企业都推出了数字普惠金融类产品及服务，提升了金融的可得性。此外，通过大数据技术，政府可以更加精准地识别能源贫困户，提出差异化的帮扶措施。综上所述，讨论数字经济对于能源贫困的影响对于我国进一步的缓解能源贫困问题具有重要的现实意义。

2. 理论机制分析

数字经济发展能够促进数字基础设施发展，并从以下三点促进能源效率提升：第一，数字基础设施

¹数据来自国家网信办发布的2020年《数字中国发展报告》。

建设所产生的正外部性会提升城市能源效率。一方面,数字基础设施建设会拉动企业和消费者的投资需求,通过收入效应、价格效应等途径影响能源产业结构转型,构建能源数字化全产业链,进而提升城市能源效率。另一方面,数字基础设施建设有助于改造并升级能源生产、经营和销售服务流程,拓展能源的获取渠道,优化能源配置效率,从而带动提升产业链更多环节的能源效率提升。第二,数字基础设施的完善会减少能源生产、运输、储存、消费等过程中的信息不对称(邓荣荣等,2022) [7],降低交易成本,进而提高产出效率,降低单位产出能耗,有助于能源效率的提升。第三,相较于物质要素投入(资本、劳动等),数据要素投入更为清洁高效。根据摩尔定律,数字基础设施建设在优化区域要素投入的同时,所带来的替代效应愈发凸显,有利于提高能源效率。根据流程再造理论,数字基础设施建设可以推动能源产业信息与要素资源的互通共享(Goldfarb *et al.*, 2019) [8],使得中上游的能源产品服务与下游的差异化需求更相匹配,从而推动供应链整体的能源效率提升。而国际能源署认为能源效率的提高是满足基本能源需求最便宜、最清洁的方法。

此外,基于互联网的数字经济可以缓解信息不对称,通过互联网,可以让劳动力学习相应的技能,还可以降低就业的摩擦成本,增加就业渠道,便于劳动者找到更满意的工作(李格和高达,2021) [9]。基于信息技术和数字技术的数字经济创造了众多新行业和新工作岗位,使普通劳动者有了更多的就业机会。数字技术还可以重塑、优化产业链,拉动产业链上下游的发展,增加更多就业岗位。就业岗位的增加有助于提升家庭能源收入,增加清洁能源的使用进而缓解能源贫困。

3. 模型构建与数据说明

3.1. 基准回归模型

为验证数字经济发展能否降低能源贫困程度及多大程度上降低能源贫困,而多元回归是面板数据因果效应推断文献中较有效的办法,同时该方法也在已有因果判断研究中得到了广泛应用。因此,本研究设定如下双向固定效应面板数据模型:

$$EP_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 DE_{it} + \alpha_2 X_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中,被解释变量 EP_{it} 表示省 i 第 t 年能源贫困状况,核心解释变量 DE_{it} 为省 i 第 t 年的数字经济发展水平, α_1 表示数字经济发展程度对能源贫困的影响, X_{it} 表示控制变量, μ_i 表示省 i 不随时间变化的个体固定效应, δ_t 表示控制时间固定效应, ε_{it} 表示随机扰动项。

为验证数字经济发展对于能源贫困可能存在的作用机制,根据前文所述,借鉴 Zhao 和 Hong 的做法,检验能源效率和就业是否起到了中介效应,设立如下模型:

$$EP_{it} = \beta_0 + \beta_1 DE_{it} + \beta_2 X_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$M_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 DE_{it} + \gamma_c X_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中, M_{it} 为中介变量,包括省 i 第 t 年的能源效率和就业情况。

3.2. 指标说明

1) 被解释变量

本文参考 Dong *et al.* (2021) [10]和 Zhao *et al.* (2021) [11]的研究,建立了由能源服务可得性、能源消耗清洁度、能源管理完整性、家庭能源可承受性和能源效率组成的省级能源贫困综合指数。

2) 解释变量

省级数字经济发展水平参考赵涛等(2020) [12]的方法选取五个指标,分别为互联网普及率、互联网相关从业人员数、互联网相关产出、移动互联网用户数、数字金融普惠发展指数。然后采用综合得分赋值

法进行计算得到数字经济综合发展水平指数。

3) 控制变量

经济发展水平(lnGDP)，选取各省的人均 GDP 并取对数来衡量。对外开放程度(OPEN)，选取外商投资企业投资总额与国内生产总值的比值来衡量。城市化(URB)，选取城镇常住人口与总人口的比值来衡量。选取城市人均道路面积来衡量。以上各控制变量原始数据均来自《中国统计年鉴》。

4) 机制变量

能源效率(EI)，使用能源强度的倒数来评估能源效率，即一个省的区域 GDP 与总能源消耗的比率。就业(JOB)，以各省就业人数衡量就业。

4. 实证结果分析

4.1. 基准回归结果分析

基准回归结果如表 1 所示。表 1 第 1 列为未加控制变量且为控制年份固定效应的回归结果，DE 为负表明数字经济的发展有利于降低能源贫困程度但是并不显著；第 2 列为添加控制变量未控制年份固定效应的回归结果，DE 的系数表明数字经济发展水平在 10% 的水平上显著降低能源贫困程度；第 3 列为添加了控制变量且控制了年份固定效应的回归结果，结果表示数字经济发展能够在 5% 水平上显著抑制能源贫困程度，且抑制力度要超过未控制年份固定效应的情况。

Table 1. Baseline regression

表 1. 基准回归

	(1)	(2)	(3)
	ep	ep	ep
DE	-1.370 (-1.94)	-0.307* (-2.71)	-1.816** (-3.32)
open		-0.049* (-2.23)	-0.028 (-1.44)
gdp		-0.026 (-0.18)	0.019 (0.16)
road		-0.189 (-1.72)	-0.231 (-2.05)
urb		0.518 (1.20)	0.143 (0.30)
Year	No	No	Yes
Province	Yes	Yes	Yes
		(-1.13)	(-1.45)
_cons	-0.734*** (-7.20)	-0.140 (-0.27)	-0.129 (-0.25)
N	234	234	234
r2_a	0.254	0.234	0.315
N_g	26.000	26.000	26.000

4.2. 机制回归结果分析

表 2 为机制检验回归结果。模型(2)和模型(3)报告结果显示, 数字经济发展水平对能源效率和就业的回归系数分别为 2.729、1.318, 且均在 1% 水平上显著, 说明数字经济发展可以通过提高能源效率和就业缓解能源贫困, 且这一结论稳健显著。表明数字经济发展一方面可以提升能源效率, 减少能源消费量, 降低能源消费支出, 从而缓解能源贫困; 另一方面数字经济发展可以提高就业, 增加居民可支配收入, 改变能源消费结构, 进而抑制能源贫困的发生。

Table 2. Mechanism regression
表 2. 机制回归

	(2)	(3)
	ei	job
DE	2.729*** (5.09)	1.318*** (5.34)
Controls	Yes	Yes
Year	Yes	Yes
Province	Yes	Yes
_cons	0.106 (0.24)	7.549*** (46.83)
N	234	233
r2_a	0.808	0.431
N_g	26.000	26.000

4.3. 稳健性检验

1) 增加控制变量稳健性检验

产业结构升级已被证实有利于提升能源效率, 缓解能源贫困, 因此增加产业结构升级的控制变量。受教育程度与就业率息息相关, 就业率的增加也有利于缓解能源贫困的程度, 增加居民受教育的控制变量。表 3 第一列为增加产业结构升级与受教育程度两个控制变量后的回归结果, 核心解释变量的估计结果与基准回归相比在影响方向上并未发生改变, 仅在显著性水平大小上有所变动, 验证了基准回归结果的稳健性。

2) 缩尾剔除极端值的影响

由于极端值的存在可能会对回归结果造成较大的影响, 因此本研究对 26 省能源贫困数据进行了 1% 的缩尾处理。表 3 的第 2 列为缩尾后的结果检验, 核心解释变量的估计结果与基准回归相比在影响方向上与显著性水平上均未发生改变, 这一结果再次验证了基准回归结果的稳健性。

5. 结论与政策建议

5.1. 研究结论

围绕数字经济发展能否缓解能源贫困问题, 本文使用多维能源贫困指数法测算了中国 2011~2019 年 26 个省的能源贫困指数, 利用综合得分熵值法求出更为科学的数字经济发展水平, 并且首次系统分析了数字经济发展对能源贫困的影响及机制。主要研究结果如下:

Table 3. Robustness check
表 3. 稳健性检验

	(1)	(2)
	增加控制变量	1%缩尾
DE	-0.250*	-1.707**
	(-2.66)	(-3.19)
isu	-0.065	
	(-1.01)	
edu	-0.665	
	(-1.41)	
Controls	Yes	Yes
Year	Yes	Yes
Province	Yes	Yes
_cons	1.295	-0.306
	(0.99)	(-0.56)
N	234	234
r2_a	0.242	0.297
N_g	26.000	26.000

首先，大力推广数字经济发展是实现能源减贫的有效途径。与以往研究认为数字技术发展对能源减贫具有重要作用的结果一致(Hong *et al.* 2022) [13]，数字经济发展可以有效缓解能源贫困。一方面企业在数字技术发展的影响下可以以更低的成本采纳能够提升能源效率的技术，降低能源贫困程度；另一方面家庭采用清洁技术可以显著提高能源利用效率，产生节能效应，并提高居民福利。机制分析表明，能源效率与就业率均为较强的数字经济发展促进缓解能源贫困的中介变量。数字经济发展一方面可以提升能源效率，产生节能效应，减少居民基本用能需求，从而缓解能源贫困；另一方数字经济的发展可以通过促进就业，增加居民可支配收入，提高对清洁能源的购买力，改善能源消费结构，进而抑制能源贫困的发生。

5.2. 政策建议

各地应当积极发挥数字经济发展对能源减贫的作用。政府可尝试使用家庭清洁能源补贴政策以扩大数字经济发展对能源贫困的缓解作用。如鼓励家庭使用沼气、太阳能和天然气等清洁高效的能源，支持家庭屋顶光伏安装等。同时，补贴政策应与就业政策相协调，如吸引农村青年参与屋顶光伏服务业务，通过增加贫困家庭收入放大清洁能源技术的效果。

5.3. 研究不足与展望

由于数据缺失，本研究的能源贫困数据只更新到 2019 年。未来可在家庭层面的能源贫困方面做更进一步的研究。

参考文献

- [1] Fu, R., Jin, G., Chen, J., *et al.* (2021) The Effects of Poverty Alleviation Investment on Carbon Emissions in China

- Based on the Multiregional Input-Output Model. *Technological Forecasting and Social Change*, **162**, Article 120344. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120344>
- [2] Apergis, N., Polemis, M. and Soursou, S.E. (2022) Energy Poverty and Education: Fresh Evidence from a Panel of Developing Countries. *Energy Economics*, **106**, Article 105430. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105430>
- [3] Wang, K., Wang, Y.X., Li, K., et al. (2015) Energy Poverty in China: An Index Based Comprehensive Evaluation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, **47**, 308-323. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.041>
- [4] Liu, X. and Ansari, N. (2017) Profit Driven User Association with Dual Batteries in Green Heterogeneous Cellular Networks. *Globe 2017-2017 IEEE Global Communications Conference*, Sichuan, 27-30 October 2017, 1-6. <https://doi.org/10.1109/GLOCOM.2017.8254205>
- [5] Jiang, L., Yu, L., Xue, B., et al. (2020) Who Is Energy Poor? Evidence from the Least Developed Regions in China. *Energy Policy*, **137**, Article 111122. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111122>
- [6] Charlier, D. and Kahouli, S. (2019) From Residential Energy Demand to Fuel Poverty: Income-Induced Non-Linearities in the Reactions of Households to Energy Price Fluctuations. *The Energy Journal*, **40**, 101-138. <https://doi.org/10.5547/01956574.40.2.dcha>
- [7] 邓荣荣, 张翔祥. 中国城市数字经济发展对环境污染的影响及机理研究[J]. 南方经济, 2022(2): 18-37.
- [8] Goldfarb, A. and Tucker, C. (2019) Digital Economics. *Journal of Economic Literature*, **57**, 3-43. <https://doi.org/10.1257/jel.20171452>
- [9] 李格, 高达. 技术创新、环境规制与城市绿色全要素能源效率——基于动态面板门槛模型的实证分析[J]. 城市问题, 2021(5): 94-103.
- [10] Zhao, J., Dong, K., Dong, X., et al. (2022) How Renewable Energy Alleviate Energy Poverty? A Global Analysis. *Renewable Energy*, **186**, 299-311. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.01.005>
- [11] Mestl, H.E.S., Aunan, K. and Seip, H.M. (2006) Potential Health Benefit of Reducing Household Solid Fuel Use in Shanxi Province, China. *Science of the Total Environment*, **372**, 120-132. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2006.09.007>
- [12] 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.
- [13] Hong, X., Wu, S. and Zhang, X. (2022) Clean Energy Powers Energy Poverty Alleviation: Evidence from Chinese Micro-Survey Data. *Technological Forecasting and Social Change*, **182**, Article 121737. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121737>