

基于系统 GMM 估计的京津冀数字金融对空气质量动态效应研究

李从欣, 孙雪佳

(河北地质大学 经济学院, 河北 石家庄 050031)

[摘要] 数字金融兼顾金融发展与数字化技术, 是绿色金融发展的重要推动力, 对空气污染治理的长效机制有着重要意义。文章基于 2014—2020 年京津冀地区 13 个城市的面板数据, 构建动态 GMM 模型重点考察了数字金融发展对空气质量水平的动态影响。结果表明, 京津冀地区空气质量发展状况分区现象明显; 数字金融能够显著改善空气质量, 这一影响过程是长期有效的, 这一结论在多种方法稳健性检验的基础上依然成立; 数字金融指数三个子维度的空气污染治理效果具有明显差异, 数字金融覆盖广度与数字化程度能够有效改善空气质量, 数字金融使用深度存在不显著的抑制作用, 在影响程度上数字化程度>覆盖广度>使用深度。

[关键词] 数字金融; 空气质量; 系统 GMM 模型

doi: 10. 3969/j. issn. 1673-9477. 2022. 04. 005

[中图分类号] F205

[文献标识码] A

[文章编号] 1673-9477(2022)04-0033-09

自工业革命时期以来, 伴随着世界各国经济的飞速发展, 越来越多的全球性环境问题凸显, 全球气候持续变暖、海平面上升, 酸雨、雾霾等大气环境问题加剧, 一氧化碳、二氧化硫、PM2.5 等空气污染物排放已严重威胁着人类的身体健康和生态环境的稳定。空气质量问题已经成为约束我国经济高质量发展的重要因素。金融发展有助于加快资源要素流动, 引导资金从高污染、高耗能产业流向绿色清洁型产业, 金融是政府部门实现节能减排的重要调控工具^[1]。而作为金融发展和数字化技术融合形成的创新金融发展模式, 数字金融依托大数据、互联网和云计算等数字技术, 通过推动信息共享, 缓解金融资源错配, 吸引更多的顾客群体, 拓宽融资渠道, 有助于发展绿色项目。但数字金融在助推绿色发展的同时, 拉动经济增长与消费规模, 不可避免会引发空气污染。

其中, 京津冀地区金融资源雄厚、人才吸引力较强, 作为我国首都经济圈的核心区域, 京津冀地区的金融发展及其数字化转型对经济的引领作用备受关注。与此同时, 作为经济发展重心, 京津冀地区的大气污染物排放也尤为严重, 空气污染问题较为突出。为推动京津冀经济与环境协调发展, 加强生态文明

建设, 实现经济高质量发展, 政府应加强生态环境保护力度, 发挥金融工具的经济优势。

因此, 在金融发展数字化转型的必然趋势下, 本文拟从数字金融角度入手对京津冀地区空气质量相关问题展开研究。京津冀地区数字金融发展能否减少空气污染, 实现环境增益? 数字金融子维度对空气质量的影响如何? 通过对上述问题展开深入研究, 不仅有利于助推京津冀地区绿色环保事业高效发展, 也有利于进一步丰富金融与空气污染关系的内容框架。

一、文献回顾

(一) 空气质量的测度

空气污染程度是依据空气中污染物的浓度大小进行判断的, 而空气污染程度可以侧面反映空气质量水平。大气污染物主要由 PM2.5、PM10、NO₂、SO₂、CO、O₃、烟尘等构成, 这些大气污染物的浓度越大, 空气污染越严重, 空气质量越差。目前, 国内外关于对环境空气质量的测度方法尚未统一。一些学者用单一污染物或多种污染物表示空气污染情况, 以此来反映环境空气质量的好坏^[2-4]。本研究认为, 这种测度方法仅考虑了空气污染物的浓度或排放,

[投稿日期] 2022-11-07

[基金项目] 国家社会科学基金项目(编号:18BJY081); 河北省科技厅软科学项目(编号:22557654D); 河北省高等学校人文社会科学研究重点项目(编号:SD2022045); 河北地质大学科技创新团队(编号:KJCXTD-2022-02)

[作者简介] 李从欣(1974-), 女, 河北石家庄人, 博士, 教授, 研究方向: 统计方法及应用、生态统计、金融计量。

未考虑到城市对空气污染物的吸纳及扩散稀释能力。一些学者用空气污染指数 API 衡量空气质量状况,API 划分为六个等级,API 值越大,说明空气污染级别越高,空气质量越差,人体健康受到的危害越大。相比其他测度空气质量的指标,API 对空气质量进行了等级划分以及人们身体健康受影响情况^[5-6]。2012 年我国政府出台《环境空气质量标准》(GB 3095—2012),相较空气污染指数 API,空气质量指数 AQI 拥有更多的污染指标、更高的发布频次和更严格的分级限制。基于此,AQI 能够更全面合理地定量评价空气质量好坏。一些学者用空气质量指数 AQI 测度空气质量状况,杨肃昌和馬素琳^[7]使用“空气质量达到及超过二级的天数”来作空气质量的测度变量,研究空气质量与城市发展的关系,发现城市化进程会改善空气质量。郭一鸣^[8]等基于 2015—2017 年全国 20 个城市群的空气质量(AQI)数据,对城市群空气质量的时空演化特征及影响因素进行了实证研究。呼慧和洪志敏^[9]基于 2017 年黄河流域数据,以 AQI 指数测度空气质量,构建 MGWR 模型,对空气质量的影响因素进行了分析。基于以上研究,空气质量指数 AQI 综合了污染排放与污染吸纳,纳入了人们最直观的感受,可以更全面合理地衡量空气质量水平。本文拟采用 AQI 作为反向指标衡量城市空气质量,研究京津冀地区数字金融对空气质量的影响。

(二) 数字金融的发展

传统金融作为资本市场中介,可以通过实现资金合理利用、提高资本配置效率,发挥推进经济发展和产业结构优化的功能,但传统金融在服务产业发展中存在的结构性错配问题也尤为突出。数字化时代,随着金融发展和数字技术的结合孕育,数字金融应运而生,有助于缓解资源错配问题。数字金融利用其数字技术为各服务对象提供更为高效的融资服务,提升金融服务的包容性。穆什塔克和布鲁诺^[10]认为,数字金融发展能够弥补传统金融发展的差距,降低金融歧视、提高金融包容性,进而发挥金融的减贫效应。而沃纳^[11]指出提高金融包容性的关键是要降低金融歧视。数字金融具备的交易低成本、范围广覆盖和体验便捷良好的特征使其提供的金融服务兼具公平与效率。金融数字化能够优化改革金融机构的信贷偏好,降低金融机构服务准入门槛,更具普惠效应。数字金融实现了线上支付、转账、借贷等功能,助推实现“最后一公里”的服务目标,起到“减贫效应”,同时惠及更广大群众,促进居民消费。正

如张勋等^[12]在研究中得出的结论,数字金融的发展增加了中国居民收入和消费支出,这一现象在无法接触到互联网的家庭中尤为显著。梁永堂和祝扬^[13]也发现,数字普惠金融有利于减小国定贫困县的贫困发生率,降低绝对贫困。数字金融也降低了中小企业的融资准入门槛。正如孙哲远^[14]所说,数字信贷平台帮助中小企业降低融资成本、信息不对称程度和其他成本,形成适应市场需求和灵活供给的弹性曲线。

(三) 金融发展与空气质量

当前学术界关于数字金融如何影响及治理空气污染的研究尚未成体系,更多地侧重于探讨金融发展与空气污染治理的关系,学者们对二者关系的观点争议颇多,主要包括以下三点:

第一,金融发展将会减少大气污染。金融资源的支持可以缓解生产压力,助推绿色技术创新,减少废气污染物的排放,进而实现空气质量优化,表现为“减排效应”。高复阳和邵红梅^[15]基于省际面板数据进行实证,发现金融发展水平会显著抑制周边地区的大气环境治理恶化。房宏琳和杨思莹^[16]认为,金融科技创新具有减排效应,能够有效减少城市空气污染。

第二,金融发展将会加剧空气质量恶化。随着金融业的蓬勃发展,资源实现有效配置,生产规模随之扩大,增加了能源资源消耗和污染排放,表现为“增加效应”。徐盈之和管建伟^[17]基于 1998—2007 年省际面板数据,进行协整检验和多元回归,结果发现金融发展加剧了空气质量恶化。宋凯艺和卞元超^[18]认为,短期内金融开放对会加剧本地及周边地区的雾霾污染程度。

第三,金融发展与空气污染之间存在非线性关系。金融发展既可以实现技术创新减少大气污染,又能扩大生产规模加剧大气污染物排放,在“增加效应”与“减排效应”相互作用下,金融发展与环境的关系呈现非线性特征^[19-20]。而关于数字金融影响空气污染的研究,有学者认为数字金融会有效减少空气污染。朱东波和张相伟^[21]通过实证,认为数字金融通过实现产业结构转型、促进技术创新达成减少空气污染的目标,且数字金融的减排效应主要体现在数字金融覆盖广度与使用深度上。

现有研究在一定程度上为分析数字金融与空气质量之间的关系提供了相关理论和实证经验,但仍有很多不足之处:大多数文献是研究全国层面金融发展对空气污染的影响,鲜少从某一城市聚集区切入。本文聚焦于京津冀地区 13 个城市 2014—2020

年数字金融及其子维度与空气质量之间的关系,可能的边际贡献在于:1. 用空气质量指数 AQI 衡量空气污染程度,更全面合理地反映当前空气质量状况。2. 将数字金融及其子维度作为解释变量,探究数字化时代金融发展如何对空气质量产生影响,丰富了金融与环境的研究内容。3. 将数字金融与空气质量的动态关系考虑在内,以期减少空气污染找到金融方面的长期有效路径。

二、模型建立和变量说明

(一) 模型建立

基于以上分析,考虑到空气污染水平的动态依赖关系,本文基于系统 GMM 估计构建如下动态面板回归模型,对数字金融与空气质量的动态关系进行检验:

$$AQI_{it} = \alpha + \beta_1 AQI_{i(t-1)} + \beta_2 DFI_{it} + \beta_3 X_{it} + \delta_i + \theta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, i 表示城市, t 表示时间。 δ_i 、 θ_t 、 ε_{it} 分别表示地区效应、时间效应和随机误差项。 AQI_{it} 为被解释变量空气质量指数, $AQI_{i(t-1)}$ 为被解释变量空气质量指数的滞后一期, DFI_{it} 为核心解释变量数字金融指数, X_{it} 表示影响空气质量的其他控制变量, α 为常数项, β_1 、 β_2 、 β_3 为待估参数。

(二) 变量说明

1. 被解释变量

本文的被解释变量是空气质量指数(AQI)。借鉴乔彬^[22]、庄汝龙和宓科娜^[23]的思路,本文选取空气质量指数作为空气质量的反向代理指标,实证研究数字金融与空气质量的动态关系,更合理全面地反映京津冀地区金融数字化对大气环境的影响。根据2012年国家新制定的空气质量标准,空气质量指数越大,表示空气污染越严重,即空气质量越差。空气质量数据来源于中国空气质量在线监测分析平台(<https://www.aqistudy.cn/historydata/>)。

2. 解释变量

本文的解释变量是数字金融指数(DFI)。参考以往研究,将数字金融指数进一步分解为数字金融覆盖广度(DFI1)、数字金融使用深度(DFI2)及数字化程度(DFI3)三个维度,数据来源于北大数字金融研究中心。

3. 控制变量

本文的控制变量包括人口密度、产业结构和经济发展。经济发展(REGDP)用人均GDP度量。人口密度(DEN)用年末总人口与行政区土地面积之比

来测度。工业是大气污染的重要来源,选择第二产业增加值(IS2)作为控制变量是有必要的。以上控制变量数据均来源于《中国统计年鉴》《中国城市统计年鉴》及各地级市统计年鉴。

4. 其他变量

参考以往研究,学者们多以PM2.5浓度作为空气质量的反向代理指标,因此,本文使用PM2.5浓度作为空气质量指数AQI的替代变量进行稳健性检验,数据来源于哥伦比亚大学的社会经济数据和应用中心(SEDAC)。

(三) 数据来源

2012年中国政府出台《环境空气质量标准》(GB 3095—2012),2013年相关部门陆续公布空气质量指数AQI的相关数据,出于对数据可得性的考虑,本文基于2014—2020年京津冀地区13个城市的相关数据,利用Stata17.0软件对数字金融与空气质量的关系进行实证研究。本文采用插值法补齐各城市出现的缺失数据。为避免统计单位的影响,在建模之前采用规格化变化方法对所有原始数据进行无量纲化处理。处理公式如下:

$$z = \frac{x - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad (2)$$

三、实证分析

(一) 京津冀地区空气质量的变化特征

表1为空气质量指数的等级划分情况。表2与图1分别为京津冀地区13个城市的空气质量状态情况与变化折线图。结合表2和图1可知,在2014—2020年间,京津冀地区13个城市的空气质量都有趋好的态势。尤其在2018年,13个城市均呈现出良好的下降趋势,主要的原因是国务院开展环境大督查,大力推进煤炭减量治理,因此有效减少了空气污染物排放,空气质量的改善效果显著。但是,城市的空气质量发展状况也具有显著差异,分区现象明显。首先,空气质量等级状况存在明显的分区现象。秦皇岛、张家口和承德市的空气质量始终处于良好的等级,且始终领先京津冀地区其他城市的空气质量水平,出现空气质量断层现象。北京、天津、唐山、廊坊4个城市已由轻度污染转为良好等级,保定、沧州、衡水市已逐渐由中度污染地区步入空气良好地区行列,而石家庄、邯郸、邢台3市由中度污染地区迈入轻度污染地区的行列,有望几年内达成空气质量良好的目标。以秦皇岛、张家口、承德市为代表的京津冀北部地区地理形态特殊、交通闭塞^[24],

高污染、高排放、高耗能的工业企业相对较少,有助于保持并改善空气质量水平;以石家庄、邯郸、邢台为代表的京津冀南部地区远离首都,环境管制的压力相对较小,缺乏高新技术创新资源倾斜,实现产业结构转型难度较大,经济发展对重工业的依赖程度较强,不利于减少空气污染物的排放,导致空气质量水平始终处于弱势地位;北京、天津地区经济实力雄厚、交通便捷,人口流入较多,不可避免会产生较多的大气污染物,而作为首都经济圈的“双核”地区,北京和天津将首都优势与港口优势结合起来,能够有效引进外资进行自主创新,充分利用资本进行产业结构升级,实现经济与环境的协调发展,起到改善空气质量的作用;其次,京津冀地区空气质量的发展速度也存在明显差异。其中,在2014—2020年间,沧州、保定、衡水的空气质量指数下降最大,空气污染改善情况最明显。北京与承德的空气污染情况在

逐步稳定减少,而石家庄、邯郸、邢台的空气质量发展方向与速率始终存在较大波动。究其原因,近首都城市面临的环境压力较大,空气质量会有明显改善,其中北京和承德两地经济与环境达到相对和谐发展,基本不受外在冲击的影响;石家庄、邯郸、邢台三地的产业模式仍表现为第二产业粗放、第三产业层次低的特征,空气污染的控制力度较低,受政府环保政策的影响较大。

表1 空气质量等级划分

AQI	空气质量等级	空气质量状况
0-50	I级	优
51-100	II级	良
101-150	III级	轻度污染
151-200	IV级	中度污染
201-300	V级	重度污染
>300	VI级	严重污染

表2 京津冀地区空气质量指数变化

地区	2014年	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年
北京市	125.42	121.50	113.17	102.25	87.00	86.50	78.58
天津市	121.08	103.00	103.92	107.75	91.58	100.08	90.33
石家庄市	160.83	123.67	135.67	133.92	112.17	114.00	103.00
唐山市	137.67	121.67	112.92	114.58	93.42	97.50	90.83
秦皇岛市	93.42	80.58	82.58	87.50	73.67	82.42	74.42
邯郸市	151.50	126.75	121.00	130.33	111.00	117.75	102.75
邢台市	168.92	136.50	124.08	129.58	111.83	114.42	100.67
保定市	167.83	146.75	130.67	133.92	109.83	109.25	94.83
张家口市	73.25	75.17	77.25	77.75	64.67	70.08	65.67
承德市	94.25	84.33	82.83	79.00	70.00	69.83	67.08
沧州市	167.83	105.42	107.33	112.25	98.25	95.92	91.08
廊坊市	136.83	123.25	107.58	109.00	88.75	94.42	87.92
衡水市	153.00	139.50	130.33	122.08	98.25	104.58	95.17

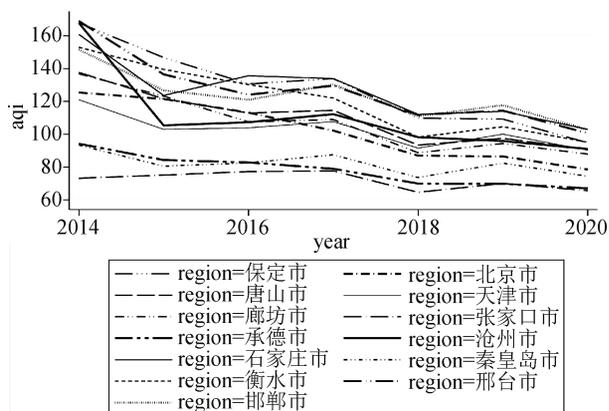


图1 京津冀地区空气质量指数发展折线图

(二) 数字金融与空气质量的相关性分析

本文采用散点图的方法对京津冀地区13个城市

数字金融与空气质量指数的实际关系进行分析,以期对二者的关系作初步认识。散点图的结果如图2所示。数字金融(DFI)及其子维度数字金融覆盖广度(DFI1)、使用深度(DFI2)和数字化程度(DFI3)与空气质量指数的关系均呈现负向特征,初步说明数字金融及其三个子维度能够有效改善空气质量,减少大气污染。然而,对二者关系的初步研究未能将可能造成空气污染的其他影响因素考虑在内,研究结论可能出现偏误,需要进一步进行实证检验。

(三) 数字金融发展对空气质量的影响

为了消除被解释变量前后期相关可能带来的影响,本文将被解释变量的滞后项加入回归模型中^[25],基于此,本文分别建立OLS模型、固定效应模型与两步系统GMM模型对数字金融影响空气质量

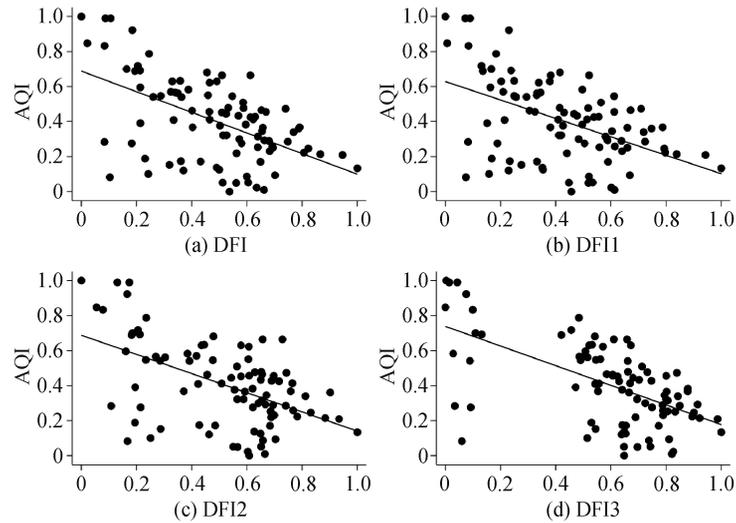


图 2 京津冀地区数字金融及其分维度与空气质量的关系散点图

的动态过程进行实证分析,回归结果如表 3 所示。模型 1 到模型 3 探究了数字金融整体对空气质量的影响,比较模型 1 与模型 2,模型 2 中被解释变量滞后一期系数与核心解释变量系数的大小和显著性发

生明显变化,这说明固定效应模型可能产生了重要的影响。但是模型 1 与模型 2 没有考虑实证模型中由被解释变量空气质量指数的滞后项带来的内生性问题,参考以往研究,本文采用两步系统 GMM 估计

表 3 数字金融及其子维度对空气质量的影响

变量	OLS	FE	系统 GMM			
	模型 1 DFI	模型 2 DFI	模型 3 DFI	模型 4 DFI1	模型 5 DFI2	模型 6 DFI3
L. AQI	0.515*** (0.090)	0.126 (0.169)	0.407*** (0.120)	0.435*** (0.132)	0.529*** (0.121)	0.328** (0.158)
DFI	-0.096 (0.076)	-1.637** (0.561)	-0.192** (0.086)			
DFI1				-0.200* (0.113)		
DFI2					0.0006 (0.104)	
DFI3						-0.351** (0.139)
DEN	0.277*** (0.091)	0.057 (0.056)	0.388*** (0.146)	0.399** (0.161)	0.256** (0.106)	0.448** (0.179)
REGDP	-0.261** (0.114)	-0.130* (0.068)	-0.281** (0.112)	-0.235** (0.115)	-0.329*** (0.118)	-0.310*** (0.119)
IS2	0.117 (0.092)	-0.190** (0.079)	0.0947 (0.161)	0.0663 (0.177)	0.1564* (0.087)	0.065 (0.161)
_cons	0.115*** (0.043)	0.916*** (0.256)	0.177*** (0.053)	0.146** (0.074)	0.073 (0.078)	0.337*** (0.115)
N	78	78	78	78	78	78
r2	0.8105	0.8502				
F	62.7081	474.6577				
AR(1)-p			0.005	0.006	0.004	0.013
AR(2)-p			0.153	0.136	0.230	0.287
Sargan 检验			0.145	0.141	0.177	0.130

注:系统 GMM 列括号内为修正标准误,OLS、FE 括号内为稳健标准误。***、**和* 分别表示各指标在 1%、5%和 10%水平下显著。

方法进行实证研究,有效解决动态面板数据模型存在的内生性问题。夏飞龙等^[26]认为,实证过程中使用系统 GMM 方法需要满足三个条件。第一,对于短面板数据滞后项系数,系统 GMM 方法的估计量要介于固定效应估计量和混合 OLS 估计量之间^[27];第二,Sargan 检验不能拒绝工具变量有效的原假设;第三,AR(1)检验在 5%水平上显著,AR(2)检验 5%的水平上不显著。基于以上三个方面,观察模型 1 到模型 3 回归结果,系统 GMM 模型空气质量滞后一期的影响系数为 0.4070,其大小恰好介于 OLS 模型系数(0.5156)与固定效应模型(0.1262)之间,且在 1%的水平上显著。模型 3 中 Sargan 检验结果为在 5%的水平上不显著,工具变量有效。模型 3 中 AR(1)的 p 值为 0.005,AR(2)的 p 值为 0.153,这符合系统 GMM 估计无序列相关性的原假设。以上三点证明了在研究数字金融与空气质量的动态关系时系统 GMM 估计是准确可靠的。

本文的实证分析过程围绕两步 GMM 估计展开,由模型 3 知,数字金融(DFI)的回归系数为-0.1927,且在 5%的水平上显著,说明数字金融每提高一个单位,空气质量指数会下降 0.1927 个单位。数字金融对空气质量指数具有显著的负向作用,即数字金融会明显促进空气质量的提升。这一结果的合理性从以下两方面判断:一方面,在国家“双碳”政策的目标引领下,数字金融助推节能减排的发展,数字金融作为数字技术化的金融创新,通过精准识别绿色信贷申请以及为低能耗、低污染的绿色金融产品提供支持,推动绿色金融的发展,进而改善空气质量;另一方面,数字金融通过支付宝和微信等互联网平台赋能绿色消费,提升了公众的环保意识与参与度,有助于加强对生产及生活领域空气污染物排放的控制。空气质量指数滞后一期(LAQI)的影响系数为 0.4070,在 1%的水平上显著为正,即空气质量指数滞后一期每提高一个单位,当前的空气质量指数将会提高 0.4070 个单位,空气质量水平表现出一定的“惯性”特征,当期的大气污染排放总量会在上一期污染排放总量的基础上累积,空气污染趋于严重。空气质量水平变化的过程是一个连续的、积累的动态调整过程,大气污染治理也是一个长期的过程,需要资金与人力的持续投入,政府部门要注重环保政策的持续性与长期有效性。

控制变量方面,人口密度的影响系数为正且在 1%的水平上显著,说明人口密度的增加显著恶化了空气质量。究其原因,一方面,城市人口密度的增加意味着在一定区域内劳动力市场供给与需求旺盛,

必然会导致生产和生活领域空气污染排放问题的加剧,进而不利于空气质量的改善;另一方面,城市供电供暖设备及机动车辆均会随着人口密度的增加而增加,继而向大气中排放更多的大气污染物,加剧当地的空气污染。空气质量对经济发展的弹性系数在 5%的水平上显著为负,说明经济发展对空气质量指数的提升具有抑制作用,即经济发展水平越高,空气质量的改善情况越好。这是因为京津冀地区存在首都效应,注重环境保护和空气质量的改善,追求经济效益与环境效益协同发展,着力从技术进步与产业结构优化角度实现经济高质量发展,进而减少大气污染物的排放。第二产业增加值的回归系数为正但不显著,表明第二产业增加值的提高会在一定程度上恶化空气质量,但这种影响较小。从京津冀整体来看,重工业会对空气质量具有不明显的抑制作用,而人口增加对空气质量带来的影响更大。

(四)数字金融发展分维度对空气质量的影响

模型 4 到模型 6 探究了京津冀地区数字金融的三个子维度即数字金融覆盖广度(DFI1)、数字金融使用深度(DFI2)及数字化程度(DFI3)对空气质量的影响,由回归结果可以看出,三个子维度对空气质量的影响系数分别为-0.2004、0.0006、-0.3515,说明覆盖广度与数字化程度每提高一个单位,空气质量分别会改善 0.2014 和 0.3515 个单位,而使用深度每提高一个单位,空气质量会下降 0.0006 个单位。空气质量对覆盖广度的弹性系数在 10%的水平上显著,使用深度的影响系数不显著,数字化程度在 5%的水平上显著,说明覆盖广度与数字化程度对空气质量有非常明显的影响,使用深度的影响微弱。其中,数字化程度对空气质量的影响效应最强,覆盖广度次之,而使用深度最弱。这是因为,数字金融覆盖广度衡量了数字金融服务的普惠程度,覆盖广度越大,金融产品和金融服务吸纳的顾客群体就越多,有助于开展绿色项目、拓展绿色金融融资渠道,进而起到减少空气污染排放与净化大气环境的作用。数字化程度代表着数字技术化在金融领域的应用深化,优化金融资源配置,是数字金融低成本、信用化和便利性的体现,很大程度上缓解了绿色项目的融资约束,尽管在数字化深化过程中伴随着转移风险和金融风险的增加,绿色创新“挤出效应”出现^[28],但于京津冀而言,数字化程度对空气污染物的减排效应仍大于增加效应。数字金融使用深度刻画了数字金融服务能力,衡量了公众对数字金融工具和产品的使用情况。使用深度越大,金融产品及服务种

类越多,越能满足公众的需求。使用深度会增加企业的研发投资,但在为公众提供更多种类的金融产品和服务的过程中,京津冀地区这些金融产品和服务未能吸引到预期数量的顾客群体,导致融资不理想,数字金融对空气污染的增加效应要大于减排效应。京津冀地区数字金融三个子维度覆盖广度、数字化程度、使用深度的空气污染治理效能分别表现为改善、改善、恶化的特征。

(五) 稳健性检验

本文采用4种方法对模型的稳健性与可靠性进行检验,检验结果如下表4所示。第一,参考郑威^[29]的做法,为防止变量逆向因果关系引发的内生性,将核心解释变量滞后一期纳入系统 GMM 模型进行回归,结果如模型7所示。核心变量 DFI 滞后一期后,回归系数为-0.203,在5%的水平上显著。因此,回归结果不存在由因果关系引发的内生性问题;

第二,缩尾检验。为了避免异常值对回归结果的影响,本文对核心解释变量进行上下1%缩尾处理后再进行动态回归。由模型8可知,数字金融对空气质量的影响系数在5%的水平上显著为负,回归结果与前文结果保持一致,结果稳健;第三,剔除控制变量。如模型9所示,剔除控制变量人均 GDP 后,数字金融对空气质量的影响系数仍然在5%的水平上显著为负,与模型3相比未发生显著变化,说明实证分析结果是稳健的;第四,替换被解释变量。本文使用 PM2.5 浓度代替空气质量指数 AQI 作为被解释变量指标重新进行估计检验,实证分析数字金融对空气质量的影响,结果如模型10所示。结果显示,数字金融的回归系数仍显著为负,其显著性与系数方向、大小未发生明显变化,估计结果保持一致无偏性。观察被解释变量滞后项系数,发现4种检验方法的空气质量一阶滞后项系数均在1%的水平下显著为正,研究结论与模型3一致,回归结果稳健。

表4 稳健性检验

变量	解释变量滞后一期	缩尾	剔除控制变量	替换被解释变量
	模型7	模型8	模型9	模型10
	AQI	AQI	AQI	PM2.5
L. AQI	0.365*** (0.122)	0.407*** (0.120)	0.498*** (0.111)	
L. PM				0.734*** (0.066)
DFI		-0.192** (0.086)	-0.222** (0.111)	-0.090** (0.046)
L. DFI	-0.203** (0.102)			
DEN	0.425*** (0.127)	0.388*** (0.146)	0.327** (0.128)	0.192*** (0.070)
IS2	0.1197 (0.142)	0.094 (0.161)	-0.080 (0.060)	-0.031 (0.192)
REGDP	-0.307** (0.140)	-0.2812** (0.112)		-0.106 (0.150)
_cons	0.167** (0.070)	0.177*** (0.053)	0.150** (0.073)	0.062 (0.043)
N	78	78	78	78
AR(1)-p	0.007	0.005	0.004	0.025
AR(2)-p	0.145	0.153	0.148	0.841
Sargan 检验	0.098	0.145	0.142	0.230

注:括号内为修正标准误。***和**分别表示各指标在1%和5%水平下显著。

四、研究结论与对策建议

本文基于2014—2020年京津冀地区13个城市的动态面板数据,先结合空气质量指数图表分析各城市的空气质量现状及变化特征,再基于散点拟合

图对数字金融与空气质量的关系进行初探,然后构建两步系统 GMM 模型,在加入人口密度、经济发展、外商投资等控制变量的基础上,重点考察数字金融发展及其子维度对空气质量水平的影响。主要研究结论如下:

1. 京津冀地区空气质量指数整体呈现下降趋势,空气质量状况趋好,但分区现象明显,地域之间空气质量存在较大差异。其中,以石家庄、邢台、邯郸市为代表的京津冀南部地区空气质量始终处于弱势地位,空气质量指数较高且波动频率较高,发展不稳定。以张家口、秦皇岛、承德市为代表的京津冀北部地区空气质量领先其他城市,出现断层现象。沧州、保定、衡水的空气质量指数下降最大,空气污染改善情况最明显。北京与承德的空气污染程度在逐步稳定降低。

2. 数字金融发展能够显著改善空气质量水平,这一影响过程是动态长期的,在多种方法开展稳健性检验的基础上,这一结论依然成立。同时,数字金融发展的空气污染治理功效存在显著的差异。在数字金融的三个子维度中,数字金融覆盖广度与数字化程度能够有效地减少大气污染物排放,起到促进空气质量水平改善的作用,而数字金融使用深度的增加会恶化空气质量的发展,但这一作用非常微弱。在对空气质量的影响程度方面,数字化程度>数字金融覆盖广度>数字金融使用深度。

基于上述结论,提出以下建议:

1. 京津冀地区各城市的空气质量状态及经济发展动力机制存在差异,应针对各城市的地理特点及发展优势,采取有助于自身经济环境协调发展的环境金融政策。京津冀南部地区空气质量较差,政府应鼓励绿色消费,加大对企业自主创新的支持力度,助推产业结构升级,减少经济发展对高污染、高耗能产业的依赖力度;京津冀北部地区重工业不发达,工业污染相对较小,空气质量条件优越,政府应在继续维持生态环境良好的同时,发挥数字金融的经济效应;京津冀中部地区的城市人口密度较大,空气质量状态有待提高,应发挥地理位置优势和贸易优势,助推绿色生活和绿色消费发展,起到节能减排的作用。

2. 发挥数字金融在大气环境治理中的长效机制作用。空气污染治理是一项长期大规模的工程,需要持续稳定的人力、物力、财力等方面的资源供给,而数字金融兼顾金融发展和数字技术的优势,能够实现环保资源市场化,以及对绿色环保产业发展的长期推动作用,是解决中国当前面临的大气污染问题的重要举措。因此,政府应鼓励科技与传统金融业的融合发展,优化数字金融发展规模,发挥数字金融在空气污染治理过程中的长效机制作用。

3. 加大数字金融普及力度,推动金融服务数字化转型,实现金融产品优质创新,发挥数字金融的积极环境效应,改善空气质量。随着数字金融普惠力

度的加强,受众群体增多,融资渠道随之扩大。与此同时,政府应依托数字技术对企业进行更严格的筛查,加强对绿色清洁产业的信贷支持以及对高污染、高耗能产业的信贷约束。此外,政府应及时丰富金融产品和金融服务种类,实现金融产品的优质创新,以满足广大群众的多元化需求,提升融资吸引力。

参考文献

- [1] 郑万腾,赵红岩,赵梦婵. 数字金融发展有利于环境污染治理吗?——兼议地方资源竞争的调节作用[J]. 产业经济研究,2022(1):1-13.
- [2] 肖严华,侯伶俐,毛源远. 经济增长、城镇化与空气污染——基于长三角城市群的实证研究[J]. 上海经济研究,2021(9):57-69.
- [3] 许杰,刘海江,聂平静,等. 国家重点生态功能区县域环境空气质量时空变化分析[J]. 生态学报,2022,42(11):4362-4368.
- [4] 张晨,曾坚,王倩雯. 京津冀城市群城镇化与空气环境耦合协调的定量测度与空间特征[J]. 现代城市研究,2022(3):64-71.
- [5] 张艳,余琦,伏晴艳,等. 长江三角洲区域输送对上海市空气质量影响的特征分析[J]. 中国环境科学,2010,30(7):914-923.
- [6] 何勇,吴亚坤,陈昌鸣,等. 2001—2010年重庆主城区空气质量变化趋势[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版),2012,31(5):1058-1061.
- [7] 杨肃昌,马素琳. 空气质量与城市发展——基于动态面板GMM模型的实证分析[J]. 经济问题探索,2015(8):52-60.
- [8] 郭一鸣,蔺雪芹,边宇. 中国城市群空气质量时空演化特征及其影响因素[J]. 生态经济,2019,35(11):167-175.
- [9] 呼慧,洪志敏. 基于多尺度地理加权回归的黄河流域空气质量影响因素空间效应解析[J]. 数理统计与管理,2017(1):1-11.
- [10] RIZWAN M, CATHERINE B. Microfinance, Financial Inclusion and ICT: Implications for Poverty and Inequality, Technology in Society,2019(59):10115.
- [11] ARNER D W, BUCKLEY R P, ZETZSCHE D A, et al. Sustainability, Fintech and Financial Inclusion. European Business Organization Law Review,2020,21(1):7-35.
- [12] 张勋,万广华,吴海涛. 缩小数字鸿沟:中国特色数字金融发展[J]. 中国社会科学,2021(8):35-51.
- [13] 梁永堂,祝扬. 数字普惠金融的减贫效应研究——基于国定扶贫县的实证分析[J]. 产业经济评论,2022(5):86-99.
- [14] 孙哲远. 数字金融、中小企业发展与制造业全球价值链攀升[J]. 企业经济,2022,41(9):15-26.
- [15] 高复阳,邵红梅. 金融发展、技术创新对环境污染的影响[J]. 财会月刊,2020(21):148-156.

- [16]房宏琳,杨思莹. 金融科技创新与城市环境污染[J]. 经济学动态,2021(8):116-130.
- [17]徐盈之,管建伟. 金融发展影响我国环境质量的实证研究:对EKC曲线的补充[J]. 软科学,2010,24(9):18-22.
- [18]宋凯艺,卞元超. 金融开放是否加剧了雾霾污染[J]. 山西财经大学学报,2019,41(3):45-59.
- [19]王伟,杨敬峰,孙芳城. 金融发展与城市环境污染:加剧还是缓解——基于268个城市数据[J]. 西南民族大学学报(人文社科版),2019,40(5):96-106.
- [20]刘国斌,方圆,杨思莹. 金融发展、金融分权与城市环境污染抑制[J]. 济南大学学报(社会科学版),2021,31(2):91-102.
- [21]朱东波,张相伟. 中国数字金融发展的环境效应及其作用机制研究[J]. 财经论丛,2022(3):37-46.
- [22]乔彬. 绿色信贷对空气质量的影响[J]. 社会科学家,2021(6):7-14.
- [23]庄汝龙,宓科娜. 能源消费、结构变化与空气质量——基于省际面板数据的实证检验[J]. 地理研究,2022,41(1):210-228.
- [24]李国柱,李晓壮. 环境规制、产业结构升级与经济高质量发展——以京津冀为例[J]. 统计与决策,2022,38(18):26-31.
- [25]郭田勇,孙光宇. 经济政策不确定性、融资成本和企业创新[J]. 国际金融研究,2021(10):78-87.
- [26]夏飞龙,朱丽萍. 财政分权、政商关系和结构性产能过剩——基于2001—2011年中国工业面板数据和GMM的分析[J]. 商业研究,2022(1):76-84.
- [27]BOND S. R. Dynamic Panel Data Models: A Guide to Micro Data Methods and Practice[J]. Portuguese Economic Journal,2002(1):141-162.
- [28]刘广州,刘婧. 数字金融赋能绿色创新的理论与实证——来自地级市的经验证据[J]. 武汉金融,2022(9):50-60.
- [29]郑威,陆远权. 财政压力、技术创新与绿色全要素生产率[J]. 贵州财经大学学报,2021(4):101-110.

[责任编辑 李 新]

Research on the Impact of Digital Finance on Air Quality in Beijing-Tianjin-Hebei Region

LI Congxin, SUN Xuejia

(School of Economics, Hebei GEO University, Shijiazhuang, Hebei 050031, China)

Abstract: Taking into account both financial development and digital technology, digital finance is an important driving force for the development of green finance, and has great significance for the long-term mechanism of air pollution control. Based on the panel data of 13 cities in the Beijing-Tianjin-Hebei region from 2014 to 2020, this paper constructs a dynamic GMM model to examine the dynamic impact of digital finance development on air quality level. The results show that the air quality development in Beijing-Tianjin-Hebei region is obviously divided; Digital finance can significantly improve air quality, and this influence process is effective for a long time; There are significant differences in the air pollution control effects of the three sub-dimensions of digital finance, the coverage breadth of digital finance and the degree of digitalization can effectively improve the air quality, the depth of use of digital finance has an insignificant inhibitory effect, and the degree of digitalization >breadth of coverage > use depth in terms of the degree of impact.

Key Words: digital finance; air quality; system GMM model