

空气污染对居民生活满意度的影响

朱欢 颜建晔 王鑫*

摘要:空气污染会严重影响居民的生产生活,进而对居民的生活满意度产生作用。本文聚焦空气质量对居民生活满意度的影响及作用机制,运用有序 Probit、线性概率模型等方法,匹配了2010、2012和2014年中国家庭追踪调查个体微观数据与地区层面的宏观数据,并从经济增长和健康受损的角度分析其中的作用机制。结果表明:空气污染会影响居民生活满意度,二者存在倒“U”型关系,即从社会福利角度来看存在一个最优的空气质量。进一步研究发现:在发展的早期阶段,经济增长与空气污染相互影响,而经济增长对居民生活满意度产生正向作用;随着经济的发展与空气污染的变化,空气污染通过降低健康水平进而对居民生活满意度产生负向影响。研究空气污染与居民生活满意度的关系,不仅能够为客观评价空气污染提供理论支撑,而且还可以为我国实现绿色发展提供新思路。

关键词:空气污染;生活满意度;经济增长;健康效应;有序 Probit

一、引言

中国经过改革开放四十年的发展,人均GDP从1978年的385元增长到2019年的70892元,GDP年均增速达到9.5%,居民的物质生活得到了极大改善。然而,在追求经济增长的过程中也出现了环境污染、PM_{2.5}超标等一系列问题,相应的空气污染造成的福利损失的经济价值占GDP的比值从1990年的3.38个百分点上升到2017年的6.44个百分点,且这一比重远远

*朱欢(通讯作者),北京大学新结构经济学研究院,邮政编码:100871,电子信箱:zh0911@126.com;颜建晔,对外经济贸易大学金融学院,北京大学新结构经济学研究院,邮政编码:100871,电子信箱:jianyeyan@nsd.pku.edu.cn;王鑫,西南财经大学经济学院,邮政编码:611130,电子信箱:bashuwang@163.com。

本文系联合国计划开发署项目“南方国家经济发展与碳减排”(00099936)、国家社会科学基金一般项目“基于不同经济发展阶段的环境库兹涅茨曲线理论构建与模拟预测研究”(20BJL021)的阶段性成果。感谢匿名审稿专家的修改建议,文责自负。

高于OECD国家的平均值3.396个百分点^①。由此可见,严重的空气污染给人们的生产生活带来严重影响。习总书记指出“良好生态环境是最公平的公共产品,是最普惠的民生福祉”,特别是随着人民生活水平不断提高,人民对于干净的水、清新的空气、优美的环境等要求也越来越高,从“盼温饱”到“盼环保”,从“求生存”到“求生态”,环境问题成为最迫切的民生问题之一。

近年来,主观幸福感在经济学中的研究不断取得新进展。以应用为导向,国内外学者深入研究了主观幸福感的影响因素及其在主流经济学中的扩展与应用,并从多学科交叉视角和多层次综合视角形成了幸福经济学的研究框架。幸福经济学指出,除了收入和财富等经济因素之外,影响主观幸福感的因素还涉及自然生态环境、互联网使用等非经济因素。此外,幸福经济学的研究为量化空气污染的社会福利效应提供了有益的借鉴。基于此,本文以居民生活满意度为落脚点,以空气污染为研究对象,系统考察空气污染的社会福利效应,揭示其内在机理及传导机制,探索改善空气污染和提升居民生活满意度的制度安排,具有重要的实践价值和学术价值。

二、文献综述

近几年,幸福经济学相关理论成长迅速并且在越来越多的国家得到践行,居民生活满意度和主观幸福感逐渐成为政策制定者在考量社会经济发展和福利效用中的主要参考变量。那么,居民生活满意度是否会受到他们所居住地区周围的自然环境的影响呢?

以空气污染为例,Welsch(2002)首次基于1995年54个国家的幸福感调查数据估计了代表性居民对经济收入和空气质量的偏好。在采用OLS估计法后发现城市空气污染中NO₂浓度显著降低了居民幸福感。随后,Welsch(2006)对1990—1997年10个欧洲国家的面板数据进行实证检验,研究发现NO₂浓度的上升降低了居民生活满意度。Welsch的一系列成果开创了环境经济学与幸福经济学的交叉研究。

通过对文献的梳理,从实证策略角度来看,相关研究大体上呈现如下几个特征:其一,研究层面由宏观到微观。早期的“空气污染与幸福感”的实证研究较多集中于国家宏观层面。国家层面的空气污染可能具有区域和群体的差异性,如果个人接触到的污染实际水平与国家平均水平不同,则上述研究的估计结果会存在偏误与不一致性,即缺乏充分的分类数据。为了克服这个问题,国内外学者通过更加精准的空间匹配使得相关研究得到了更加可信的结论(Ferreira & Moro, 2010; 陈永伟、史宇鹏, 2013)。其二,计量指标从客观污染到主观污染。既有文献基于客观存在的空气污染,如NO₂浓度、SO₂浓度等作为空气污染的代理变量,考虑到

^①1990—2017年间,OECD国家空气污染福利损失占GDP比重的均值为3.396个百分点,中国均值是5.765个百分点,数据来源于<https://stats.oecd.org/>。

客观的空气污染与居民个体实际感知的空气污染之间存在差异性,Rehdanz和Maddison(2008)、黄永明和何凌云(2013)分别以受访者自我感知的空气污染作为核心解释变量,研究发现主客观环境污染均显著降低了居民幸福感。其三,实证数据从截面数据、时间序列数据到面板数据。部分学者开始通过个体面板数据来分析说明空气污染对居民福祉的影响(Levinson,2012;Zhang et al.,2017)。其四,实证模型由OLS到注重解决内生性问题的估计法。虽然上述分析在一定程度上加入地区和时间的虚拟变量控制了未观察到的变量,然而,由于当地经济活动与污染的相关性、污染水平与居民主观幸福感的双向因果关系以及遗漏变量造成的内生性问题使得估计的结果仍然存在偏差。于是Luechinger(2009)、Luechinger(2010)、Barringtonleigh和Behzadnejad(2017)与储德银等(2017)采用2SLS、IV和RD等实证方法来克服模型潜在的内生性问题。从研究结论来看,多数研究表明空气污染会对居民幸福感存在显著的不利影响,例如严重的空气污染会导致个体健康水平降低,从而对其幸福感带来负向影响;此外,室内空气污染会影响居民的风险感知,加重心理负担等,也降低居民幸福感。

综上所述,幸福经济学的不断完善与发展为环境经济学的相关问题提供了新的研究视角与研究方法,先前的研究多基于截面数据和时间序列数据将国家层面的空气污染指标和平均主观幸福感数值进行匹配,然后采用OLS检验空气污染与居民生活满意度之间的关系,该方法的主要缺陷在于空气污染数据的获取较为粗略,仅使用了跨国和年度变化数据,而区域的和国内的变化都被忽略了。随后的一系列文献丰富并完善了对该主题的研究,通常将空气污染匹配到县级或地级城市单位,并构建连续多年的面板数据,采用有序Probit模型、有序Logit模型、工具变量估计和利用某项政策作为准自然实验来识别空气污染对主观幸福感或生活满意度的影响。正如Welsch(2007,2009)、Welsch和Ferreira(2014)总结的“空气污染、噪声、气候、景观设施、生物多样性和自然灾害等变量均与主观幸福感相关,且他们之间的关系在先验上是广泛且合理的”。

相较于以往文献,本文可能的创新点有以下几点:第一,以往多数研究基于截面数据单纯考察空气污染对居民生活满意度的线性影响,一方面忽略了空气污染与居民生活满意度之间的动态演变关系,尤其是在不同发展阶段,空气污染对居民生活满意度的影响可能存在异质性,另一方面未能探讨空气污染对居民生活满意度的影响机制,由此,本文从动态视角重点分析并实证检验空气污染对居民生活满意度的影响机制。第二,通过梳理文献发现既有的研究在实证分析中存在遗漏变量、数据偏差、内生性等问题。为了克服这些难题,本文通过中国家庭追踪调查数据(China Family Panel Studies,CFPS)2010、2012和2014年的成人追踪调查数据,构建面板数据,并将受访者的个体生活满意度与所在地级市的多种空气污染数据进行匹配,得到一个大样本的非平衡面板数据。同时为了进一步克服空气污染与居民生活满意度回归模型中因遗漏变量和“自选择”造成的内生性问题,本文采用面板数据的固定效应模型和工

具变量两阶段估计法来验证结果的稳健性。

三、理论假说

从上述文献的研究结果可以看出,良好的空气质量能够提升居民生活满意度,而严重的空气污染会降低居民生活满意度。但是,部分学者认为空气质量在一定程度上的恶化并不一定总会造成居民福祉的下降。这一结论有悖直觉,其理论解释在于:根据环境经济学中经济增长与环境污染的EKC曲线,在经济发展的早期阶段,尤其是整个经济水平尚未跨过EKC曲线的拐点阶段,环境污染换取了经济增长,此时经济增长可以改善居民的物质条件与生活水平,从而弥补了相应时期环境污染对居民乃至社会带来的损失。例如郑君君等(2015)利用CGSS2008微观调查数据和环境污染指标,通过有序Logit模型实证检验,发现在2008年客观存在的环境污染因素确实会通过经济增长这一传导路径来促进中国居民幸福感的提升。因此,本文提出如下理论假说:

H1:空气污染与居民生活满意度之间可能存在某种非线性关系,并非简单的线性关系。

在对空气污染进行福利效应分析研究时,必然要考虑空气污染与经济增长的互动关系。一方面,基于EKC的理论框架,经济增长与环境污染呈现倒“U”型关系,换言之,当收入水平尚未跨过某一门槛时,经济增长带来了环境污染,当收入水平跨过某一门槛时,经济增长减少了环境污染;另一方面,生态环境存量变化也会影响经济增长,尤其对于长期、稳定的持续性经济增长(王燕等,2019)。在传统经济增长理论框架下将环境要素等同于社会生产的一种“准投入”、一种消费品,并在动态最优化下强调环境要素影响产出和消费偏好进而作用于经济增长(Geldrop & Withagen, 2000;陈诗一, 2009)。因此,从宏观层面来看,当整个社会在未跨越EKC拐点阶段时,经济增长带来了污染增长,而经济增长是居民财富增加、生活质量改善的物质基础,经济增长有助于提升居民生活满意度。因此,在特定时间内经济增长、空气污染与居民生活满意度之间存在着联动关系,据此,提出如下理论假说:

H2:在特定发展阶段,空气污染控制在一定水平时,经济增长与空气污染相互影响,经济增长有助于提升居民生活满意度,且该间接效应存在边际递减规律。

Grossman(1972)将“健康消费”与其他耐用消费品一起纳入跨期效用函数中,从而构建了健康需求模型,该模型将健康看作是一种可持久的资本存量,个人在初始健康水平下,随着年龄的增长,健康水平下降,并且可以通过投资提高健康。在这一框架下,健康的“影子价格”除了取决于医疗费用外,还取决于许多其他变量。该研究创立了健康生产函数,并奠定了环境健康经济学的理论基础。苗艳青和陈文晶(2010)以Grossman的健康需求函数模型为基础,结合2008年山西省的调研数据发现PM₁₀和SO₂浓度对当地居民的健康需求存在显著的不利影响。卢洪友和祁毓(2013)也将环境污染因素纳入Grossman健康生产函数,并使用世界116个

国家(地区)1997—2009年的跨国面板数据,研究发现环境污染对国民健康具有显著负向影响。陈硕和陈婷(2014)基于中国161个地级市五年的面板数据采用3SLS克服废气排放的内生性问题,研究发现有害气体排放显著地损害了居民的公共健康。He等(2016)通过利用2008年北京奥运会期间空气质量的外生变化,估计发现PM₁₀浓度降低10%,会使每月标准化的全因死亡率下降8%。Ebenstein等(2017)利用中国2004—2012年的污染与健康数据,以冬季取暖政策(“淮河政策”)作为准实验来识别污染与健康的因果关系,基于各城市到淮河的距离,采用断点回归模型,研究结果表明“淮河政策”使淮河以北地区人均寿命缩短3.1年。严重的环境污染在一定程度上抵消了收入增长所带来的好处,尤其是在空气污染越严重的地方,越多的人因为心肺疾病而死亡。据此,提出如下理论假说:

H3:当空气污染跨过某一门槛时,严重的空气污染通过居民健康受损的直接效应对居民生活满意度产生负向影响。

综合以上所述,图1显示了空气污染对居民生活满意度的影响机制。

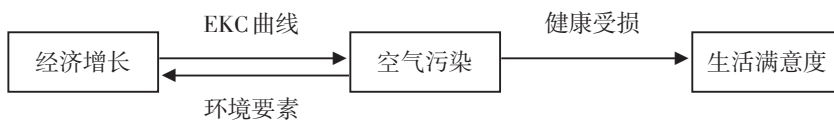


图1 空气污染对居民生活满意度的影响机制

四、模型设计与数据来源

(一)实证模型设定

本文中的生活满意度为从1到5的排序数据,因此普通最小二乘法(OLS)估计方法并不适用。为此,采用有序Probit模型实证检验空气污染与居民生活满意度之间的关系,该模型专门用于处理被解释变量为排序数据时的情况,具体设定如下:

$$LS_{ijt} = F(\alpha_1 air_{jt} + \gamma X_i + \theta W_j + \lambda_i + \delta_j + \eta_t + \varepsilon_{ijt}) \quad (1)$$

式(1)中, LS_{ijt} 为被解释变量,表示地区 j 的受访者 i 在 t 时的生活满意度; air 是本文关注的核心解释变量,它表示空气污染; X_i 则包括一系列反映居民 i 个体特征的控制变量, W_j 表示地区 j 的城市经济变量和气象条件,其余为个体固定效应、地区固定效应、时间固定效应和随机误差项。

(二)变量的描述性统计

1.被解释变量

本文居民生活满意度数据来源于2010、2012和2014年中国家庭追踪调查数据(CFPS)。在本文中关于生活满意度的具体度量为:根据受访者对“您对自己生活的满意程度”问题的回

答,将“很不满意”“不满意”“一般”“满意”和“非常满意”分别赋值1—5,数值越高表明对生活越满意。

2.解释变量

基于数据可得性,本文主要采用城市SO₂浓度来表征空气污染,数值越高,表示城市的空气质量越差,空气污染越严重^①,并使用NO₂和PM₁₀浓度进行稳健性检验。

3.影响居民生活满意度的相关变量

(1)个体社会人口特征因素。空气污染对居民生活满意度的影响,还可能受到个体社会人口特征因素的影响。本文包括了个体的绝对收入(*Y*)、相对收入(*Rank*)、自评健康(*Health*)、性别(*Gender*)、婚姻(*Marriage*)、年龄(*Age*)、党员身份(*Party*)、教育年限(*Education*)和工作状况(*Work*)等个体特征因素,相应的数据来源于CFPS2010、2012和2014。

(2)城市经济变量因素。除了上述个体社会人口特征因素对居民生活满意度产生影响外,城市的宏观因素也会对居民生活满意度产生一定的影响。具体包括:人均GDP(*Pgdp*)、财政支出(*Fiscal*)、人口密度(*Density*)和城市绿地覆盖率(*Green*)。相应的数据来源于2011、2013和2015年《中国城市统计年鉴》^②。

(3)地区气象条件。同时,为了避免遗漏变量造成的估计偏差,本文还控制了地区的气象条件,包括地区日照时长(*Sun*)、平均风速(*Wind*)、降雨量(*Rain*)、相对湿度(*Hum*)和平均气温(*Tem*)。相应的数据来源于中国气象局的中國地面气候资料日值数据集。

本文通过以下方式将微观调查的CFPS样本数据与城市级空气污染数据进行匹配:第一,如果CFPS中受访者所在城市位于空气污染报告城市内,就使用该城市相应的空气污染数据作为其空气污染指标;第二,如果CFPS中受访者不在任何空气污染报告城市内,以城市质心与附近空气污染报告城市的边界之间的距离在40~80公里内为基准^③,用附近城市汇报的空气污染数据来替代CFPS受访者所在地的空气污染状况。最终匹配了108个城市的宏观与微观数据,上述变量的描述性统计参见表1。

①在文章中选取了SO₂、NO₂和PM₁₀作为空气污染的量化指标是基于数据的可得性。本文空气污染的指标主要来源于113个环保重点城市环境空气质量状况统计,该统计中包括SO₂浓度均值、NO₂浓度均值和PM₁₀浓度均值,因此文中也使用这三种污染物浓度均值表示空气污染,数值越大,表示空气污染越严重。而关于PM_{2.5}的统计,环保部门官方直到2012年空气质量指数发生改变以后,才开始对外公布,为了保持样本量以及匹配生活满意度数据,本文没有使用PM_{2.5}这一指标。

②分别表示2010、2012和2014年的统计数据,通常《2011年中国城市统计年鉴》统计的是2010年城市经济等方面的数据。

③参考Levinson(2012)和Zhang等(2017)的做法,本文也选取了附近40~80公里作为样本匹配的基本原则。

表1 变量的描述性统计

变量	名称与说明	均值	标准差	最小值	最大值
<i>LS</i>	生活满意度 (1—5)	3.530	1.055	1	5
<i>SO₂</i>	二氧化硫浓度 (μg/m ³)	40.450	18.040	8	123
<i>NO₂</i>	二氧化氮浓度 (μg/m ³)	39.475	10.759	12	67
<i>PM₁₀</i>	颗粒物浓度 (μg/m ³)	96.693	28.865	41	206
<i>ln(Y)</i>	绝对收入对数	5.638	4.540	0.001	14.930
<i>Rank</i>	相对收入 (1—5)	2.327	0.973	1	5
<i>Health</i>	自评健康 (健康=1, 不健康=0)	0.837	0.369	0	1
<i>Gender</i>	性别: 男=1, 女=0	0.498	0.5008	0	1
<i>Marriage</i>	婚姻: 已婚=1, 未婚=0	0.851	0.356	0	1
<i>Age</i>	年龄 (岁)	47.468	15.454	16	90
<i>Party</i>	党员身份: 党员=1, 其他=0	0.065	0.246	0	1
<i>Education</i>	教育年限 (年)	7.171	4.844	0	22
<i>Work</i>	工作状况: 在职=1, 其他=0	0.628	0.483	0	1
<i>ln(Pdpg)</i>	人均GDP对数 (元)	10.631	0.597	8.576	11.764
<i>Fiscal</i>	财政支出占比 (%)	16.660	8.876	6.800	66.621
<i>ln(Density)</i>	人口密度对数 (人/平方米)	6.276	0.8250	4.0400	7.8820
<i>Green</i>	绿地覆盖率 (%)	40.183	23.057	6.750	92.870
<i>ln(Sun)</i>	日照时长对数 (0.1小时)	9.842	0.292	8.697	10.317
<i>ln(Wind)</i>	平均风速对数 (0.1m/s)	3.100	0.272	2.237	4.190
<i>ln(Rain)</i>	降雨量对数 (0.1mm)	8.979	0.587	7.518	10.131
<i>ln(Hum)</i>	相对湿度对数 (%)	4.204	0.135	3.820	4.484
<i>ln(Tem)</i>	平均气温对数 (0.1°C)	4.938	0.352	3.829	5.457

五、空气污染对居民生活满意度影响的经验分析

(一)全样本回归

采用有序Probit等模型实证检验空气污染对居民生活满意度的影响。具体如下:

$$LS_{ijt}^* = \alpha_1 air_{ijt} + \gamma X_i + \theta W_j + \lambda_i + \delta_j + \eta_t + \varepsilon_{ijt} \quad (2)$$

$$LS_{ijt}^* = \alpha_1 air_{ijt} + \alpha_2 air_{ijt}^2 + \gamma X_i + \theta W_j + \lambda_i + \delta_j + \eta_t + \varepsilon_{ijt} \quad (3)$$

式(2)中仅包含空气污染的一次项,式(3)中包含了空气污染的一次项和二次项,以此识别空气污染对居民生活满意度的非线性影响。表2汇报了相应的估计结果,采用逐步回归法,第(1)列回归结果显示,空气污染显著降低了个体生活满意度,这与以往的研究结论相一致(杨继东、章逸然,2014)。

表2 空气污染对居民生活满意度的影响

变量	(1)模型1 有序Probit	(2)模型2 有序Probit	(3)模型3 有序Probit	(4)模型4 LPM	(5)模型5 Probit
$\ln(SO_2)$	-0.0768** (0.0276)	0.764*** (0.104)	1.334*** (0.104)	1.241*** (0.0962)	1.529*** (0.135)
$\ln(SO_2)^2$		-0.102*** (0.0150)	-0.183*** (0.0151)	-0.170*** (0.0138)	-0.211*** (0.0192)
$\ln(Y)$	0.046** (0.0112)	0.075*** (0.0111)	0.044*** (0.0111)	0.039*** (0.0108)	0.029* (0.0130)
<i>Rank</i>	0.287*** (0.0053)	0.301*** (0.0053)	0.285*** (0.0053)	0.262*** (0.0046)	0.272*** (0.0058)
<i>Health</i>	0.3250*** (0.0136)	0.328*** (0.0135)	0.324*** (0.0135)	0.304*** (0.0126)	0.285*** (0.0156)
<i>Gender</i>	-0.1230*** (0.0093)	-0.129*** (0.0092)	-0.121*** (0.0092)	-0.113*** (0.0085)	-0.113*** (0.0112)
<i>Marriage</i>	0.217*** (0.0145)	0.210*** (0.0143)	0.225*** (0.0144)	0.211*** (0.0133)	0.238*** (0.0171)
<i>Age</i>	-0.0256*** (0.0019)	-0.0261*** (0.0019)	-0.0257*** (0.0019)	-0.0234*** (0.0017)	-0.0282*** (0.0023)
$Age^2/100$	0.0342*** (0.0020)	0.0361*** (0.0020)	0.0340*** (0.0012)	0.0308*** (0.0018)	0.0370*** (0.0023)
<i>Party</i>	0.156*** (0.0175)	0.0397* (0.0170)	0.155*** (0.0173)	0.146*** (0.0157)	0.186*** (0.0226)
<i>Education</i>	-0.0017 (0.0012)	0.0028** (0.0011)	-0.0030* (0.0011)	-0.0019 (0.0010)	0.0001 (0.00135)
<i>Work</i>	-0.0310** (0.0111)	0.0312** (0.0107)	-0.0265* (0.0108)	-0.0224* (0.0100)	-0.0401** (0.0129)
$\ln(Pdpg)$	0.0002 (0.0010)	-0.0020* (0.0008)	0.0021* (0.0008)	0.0018* (0.0007)	0.0015 (0.0009)
<i>Fiscal</i>	-1.491*** (0.419)	-0.251*** (0.0621)	-0.318*** (0.0620)	-0.280*** (0.0574)	-0.217** (0.0736)
$\ln(Density)$	0.0560 (0.252)	0.0316** (0.0067)	0.0363*** (0.0067)	0.0334*** (0.0062)	0.0348*** (0.0083)
<i>Green</i>	0.0006* (0.0003)	-0.0003 (0.0002)	0.0001 (0.0001)	0.0001 (0.0002)	-0.0002 (0.0002)
$\ln(Sun)$	-0.108 (0.0653)	0.0360 (0.0248)	-0.0437 (0.0249)	-0.0372 (0.0229)	-0.0931** (0.0304)
$\ln(Wind)$	0.0164 (0.0480)	0.0109 (0.0199)	0.0471* (0.0201)	0.0383* (0.0185)	0.0906*** (0.0244)
$\ln(Rain)$	-0.0628* (0.0253)	-0.167*** (0.0145)	-0.103*** (0.0146)	-0.0942*** (0.0135)	-0.129*** (0.0175)
$\ln(Hum)$	-0.0721 (0.148)	-0.240*** (0.0640)	-0.386*** (0.0645)	-0.341*** (0.0590)	-0.257*** (0.0755)
$\ln(Tem)$	0.179 (0.108)	0.223*** (0.0208)	0.109*** (0.0210)	0.108*** (0.0195)	0.101*** (0.0241)
时间效应	已控制	未控制	已控制	已控制	已控制
地区效应	已控制	未控制	已控制	已控制	已控制
常数项 cut1	-2.443 (2.004)	-0.588 (0.504)	-1.210* (0.507)		
常数项 cut2	-1.770 (2.004)	0.0759 (0.504)	-0.541 (0.507)		
常数项 cut3	-0.560 (2.004)	1.256* (0.504)	0.659 (0.507)		
常数项 cut4	0.343 (2.004)	2.135*** (0.504)	1.555** (0.507)		
常数项				2.757*** (0.467)	-0.809 (0.626)
R ²	0.0588	0.0433	0.0538	0.142	0.0791
样本量	59938	59938	59938	59938	59938

注:模型1—3采用有序Probit方法,模型4采用LPM,模型5采用Probit以此识别空气污染对居民生活满意度的影响,其中模型1仅考虑空气污染的一次项,而模型2—5考虑了空气污染的一次项和二次项;括号内为稳健标准误;*、**、***分别代表在10%、5%和1%水平上显著。下表同。

由上文的分析可知,地区空气污染与居民生活满意度的影响可能存在非线性关系,因此,在表2第(2)列和第(3)列中加入了SO₂浓度均值的平方项以此考察二者之间的非线性关系。无论是否考虑时间效应和区域效应,回归结果均显示SO₂浓度均值的一次项和二次项系数分别为正和负,且通过了显著性检验,这表明空气污染与居民生活满意度之间确实存在倒“U”型关系。进一步,采用线性概率模型(Linear Probability Model, LPM)识别拐点位置,结果参见表2第(4)列,利用SO₂浓度均值 $\ln(SO_2)$ 的一次项和二次项的估计系数可以计算出最优的SO₂浓度均值为 $38.4747\mu\text{g}/\text{m}^3$ ($\ln SO_2 = 3.65$)^①。

另外,个体生活满意度数据可能还面临上下界限的问题。在本文中,生活满意度的最小值为1,最大值为5,这意味着当个人的生活满意度为“很不满意”即处于最低等级时,在预测分析中则无法进一步观察其下降趋势;同理,当个人的生活满意度为“非常幸福”即处于最高等级时,也无法观察其上升趋势。为了解决这个问题,本文将生活满意度变量划分为高低两组,并采用二元选择模型(Binary Choice Model)进行分析。具体的做法是将原来的生活满意度数值为1、2、3的样本设定为“不满意”组,4和5对应的样本为“满意”组,前者设定为0,后者为1,采用Probit进行回归。表2第(5)列显示,SO₂浓度的一次项和二次项估计系数的符号及显著性与上述模型一致,这在一定程度上验证了研究结果的稳健性,以上验证了前文提到的假说H1。

就表2模型中的控制变量而言:绝对收入和相对收入均对居民生活满意度产生正向的提升作用,但是相对收入对生活满意度的边际贡献更大;居民的健康水平也对生活满意度有正向影响;但是,男性的生活满意度低于女性;年龄在38周岁左右的居民生活满意度较低^②;婚姻和党员身份对居民生活满意度也具有提升作用;而受教育年限与是否工作的估计系数仅在模型2中为正,在其余模型中为负或者不显著。从城市特征来看,地区人均GDP的估计系数仅在模型3和模型4中显著为正;财政支出的估计系数在各个模型中均显著为负;人口密度的估计系数除了模型1以外均显著为正;城市绿地覆盖率的估计系数仅在模型1中为正,在其他模型中不显著。从相应的气象特征来看,日照时长仅在模型5中显著为负;风速在模型3—5中显著为正,因为风速有利于污染物的扩散,使得地区的空气污染得到改善,并提高了居民生活满意度;降雨量和相对湿度的估计系数显著为负且基本稳健;气温的估计系数在模型2—5中显著为正,在模型1中不显著。

①最优的SO₂浓度均值的计算公式为 $e^{|\alpha_1/2\alpha_2|}$ 。

②实证分析中不仅控制了年龄Age的一次项,而且还控制了年龄的二次项,为了避免年龄二次项估计结果系数过小,文中将年龄二次项除以100,根据Age一次项和二次项的估计系数,计算年龄拐点得到37.79。

(二) 边际效应分析

有序 Probit 模型的估计系数衡量的并不是该变量对序数变量概率的边际影响,而是对其潜变量 LS_{ijt}^* 的边际影响,这没有太多的实际经济学意义。因此,还需估计空气污染对居民生活满意度的边际效应,参照连玉君等(2014)的做法,计算所有解释变量在样本均值处的边际

$$\text{效应} \frac{\partial \text{prob}(LS=i|air)}{\partial air} \Bigg|_{air=\bar{air}}, (i=1, 2, 3, 4, 5)。$$

从表 3 的边际效应来看,当所有解释变量处于均值时, $\ln(SO_2)$ 变量每变化一个单位,居民生活满意度为“很不满意”的概率下降 0.0930,为“不满意”的概率下降 0.1664,为“一般”的概率下降 0.2726,为“满意”的概率上升 0.1763,为“非常满意”的概率上升 0.3558;相应的 $\ln(SO_2)^2$ 变量变化 1 个单位时,居民生活满意度为“很不满意”的概率上升 0.0128,为“不满意”的概率上升 0.0228,为“一般”的概率上升 0.0374,为“满意”的概率下降 0.0242,为“非常满意”的概率下降 0.0488。因此,从 SO_2 浓度一次项和二次项估计系数的边际效应也反映出空气污染与居民生活满意度呈现倒“U”型的非线性关系。其他外生解释变量的边际效应也基本体现了结果的稳健性。

表 3 部分变量的边际效应

变量	(1) $LS=1$ “很不满意”	(2) $LS=2$ “不满意”	(3) $LS=3$ “一般”	(4) $LS=4$ “满意”	(5) $LS=5$ “非常满意”
$\ln(SO_2)$	-0.0930*** (0.0074)	-0.1664*** (0.0131)	-0.2726*** (0.0215)	0.1763*** (0.0139)	0.3558*** (0.0278)
$\ln(SO_2)^2$	0.0128*** (0.0011)	0.0228*** (0.0019)	0.0374*** (0.0031)	-0.0242*** (0.0020)	-0.0488*** (0.0040)
$\ln(Y)$	-0.0031*** (0.0011)	-0.0060*** (0.0012)	-0.0093*** (0.0027)	0.0062*** (0.0019)	0.0120*** (0.0031)
<i>Rank</i>	-0.0198*** (0.0005)	-0.0356*** (0.0008)	-0.0583*** (0.0012)	0.0377*** (0.0009)	0.0761*** (0.0014)
<i>Health</i>	-0.0225*** (0.0010)	-0.0404*** (0.0017)	-0.0662*** (0.0028)	0.0429*** (0.0019)	0.0864*** (0.0036)
<i>Gender</i>	0.0084*** (0.0007)	0.0151*** (0.0012)	0.0247*** (0.0019)	-0.0160*** (0.0012)	-0.0323*** (0.0025)
<i>Marriage</i>	-0.0157*** (0.0010)	-0.0280*** (0.0018)	-0.0459*** (0.0029)	0.0297*** (0.0019)	0.0599*** (0.0038)
<i>Age</i>	0.0018*** (0.0001)	0.0032*** (0.0002)	0.0053*** (0.0004)	-0.0034*** (0.0003)	-0.0069*** (0.0005)
<i>Party</i>	-0.0108*** (0.0012)	-0.0193*** (0.0022)	-0.0316*** (0.0036)	0.0204*** (0.0023)	0.0412*** (0.0046)

注:在表 2 模型 3 的基础上得到解释变量在样本均值处的边际效应;限于篇幅本表报告了部分变量的边际效应。

(三) 稳健性检验

首先更换空气污染的衡量指标,利用 NO_2 、 PM_{10} 浓度作为空气污染的量化指标,重新进行了回归估计,结果参见表4的模型(1)—(4)。其次,采用不同的计量模型进行检验。上述分析中以有序Probit模型为基准,本节进一步采用有序Logit模型估计,结果参见表4模型(5)—(6)。

表4汇报了稳健性检验的估计结果,模型(1)、(3)、(5)未考虑空气污染指标的二次项,仅考察了空气污染与居民生活满意度的线性关系,可以发现结果不太稳健^①,只有 SO_2 这一单项指标的估计系数在5%的显著性水平上为负, NO_2 和 PM_{10} 的估计系数不显著;模型(2)、(4)、(6)同时考察了空气污染指标的一次项和二次项,其估计结果也验证了空气污染与居民生活满意度呈现先增加后递减的倒“U”型关系。因此,无论采用哪种指标来衡量空气污染或采用不同的计量方法,空气污染与居民生活满意度均存在显著的倒“U”型关系,而非简单的线性关系。

表4 基于全样本的稳健性检验

变量	(1) NO_2	(2) NO_2	(3) PM_{10}	(4) PM_{10}	(5) SO_2	(6) SO_2
$\ln(\text{air})$	-0.0518 (0.0387)	1.500*** (0.213)	0.0656 (0.047)	2.171*** (0.363)	-0.1363** (0.0477)	2.397*** (0.178)
$\ln(\text{air})^2$		-0.202*** (0.0311)		-0.220*** (0.0403)		-0.330*** (0.0257)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
时间与地区效应	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
R^2	0.0588	0.0533	0.0588	0.0533	0.0590	0.0537
样本量	59938	59938	59938	59938	59938	59938

注:模型(1)—(4)均为有序Probit模型,模型(5)—(6)为有序Logit模型;其余设定与表2一致。

(四) 内生性问题处理

上述分析中尽管已经控制了时间和地区层面的虚拟变量,但仍可能受到地级以下层面遗漏变量的影响。如果存在同时影响空气污染和居民生活满意度的遗漏变量会导致估计结果的偏误。为了尽量克服因遗漏变量导致的内生性问题,可以利用CFPS2010、2012和2014年三次调查形成的面板数据,采用控制个体效应和时间效应的固定效应模型进行实证检验(周广肃等,2018)。

表5模型(1)—(3)分别汇报了以 SO_2 、 NO_2 和 PM_{10} 为空气污染指标的面板固定效应的回归结果,其中,空气污染指标的一次项系数和二次项系数在1%的显著性水平上分别为正和负,这再次说明在使用双向固定效应模型消除潜在遗漏变量之后,空气污染与居民生活满意度之间依然存在倒“U”型的非线性关系。

^①在第(1)列和第(3)列中发现空气污染系数不显著,但是(2)和(4)列中空气污染的一次项系数和二次项系数均通过显著性检验,这再次表明了空气污染与居民生活满意度之间存在显著的非线性关系。

表 5 固定效应模型回归结果

变量	(1) $\ln(SO_2)$	(2) $\ln(NO_2)$	(3) $\ln(PM_{10})$
$\ln(air)$	1.241*** (0.0991)	1.517*** (0.199)	2.227*** (0.337)
$\ln(air)^2$	-0.170*** (0.0142)	-0.206*** (0.0291)	-0.228*** (0.0373)
控制变量	已控制	已控制	已控制
时间与地区效应	已控制	已控制	已控制
R ²	0.106	0.105	0.105
样本量	59938	59938	59938

注:相应的控制变量与表3一致。

进一步地,通过在有序 Probit 模型中引入工具变量来解决因“自选择”而产生的内生性问题。本文采用各地级市矿产资源禀赋(各个地级城市采矿业从业人员与年末总人口的比重)作为空气污染的工具变量,因为矿产资源的开采和矿石能源的燃烧是大气污染的重要来源,一个地区矿产资源的开采和利用较多,那么,该地区的空气污染也就越重(陈硕、陈婷,2014;王勇等,2018;李虹、邹庆,2018)。因此,可以推断地区矿产资源与内生变量空气污染正相关。此外,地区矿产资源通常由地区的自然地理条件所决定,具有较强的外生性。

表6的第一阶段回归结果显示,工具变量与空气污染高度正相关,且不存在弱工具变量的问题。第二阶段的估计结果显示大气中污染物浓度一次项估计系数至少在5%的显著性水平上为正,二次项估计系数除了 PM_{10} 以外,其余均显著为负。这在一定程度上也验证了本文研究结果的稳健性。

表 6 IV Ordered Probit 模型回归结果

变量	(1)		(2)		(3)	
	第一阶段 $\ln(SO_2)$	第二阶段 LS	第一阶段 $\ln(NO_2)$	第二阶段 LS	第一阶段 $\ln(PM_{10})$	第二阶段 LS
工具变量	0.2368*** (0.0027)		0.0282*** (0.0019)		0.0849*** (0.0017)	
$\ln(SO_2)$		0.5818** (0.2497)				
$\ln(SO_2)^2$		-0.0382* (0.0192)				
$\ln(NO_2)$				2.1495*** (0.3260)		
$\ln(NO_2)^2$				-0.0862** (0.0345)		
$\ln(PM_{10})$						2.5973*** (0.6644)
$\ln(PM_{10})^2$						-0.0846 (0.0655)
F 值	7500.57		2200.01		2532.12	

六、空气污染对居民生活满意度影响的异质性分析

(一)收入异质性

为了考察空气污染对居民生活满意度的影响是否具有异质性,本文根据受访者收入的高低进行分组。具体的做法就是将大于总样本收入均值的个体归类为高收入组,小于收入均值的个体归类为低收入组。

表7汇报了低收入群体和高收入群体中空气污染影响的异质性估计结果,其中,(1)和(2)列显示主要解释变量的影响方向与显著性水平基本上保持不变,从SO₂一次项和二次项估计系数可以看出空气污染与居民生活满意度均保持倒“U”型关系,并且地区空气污染拐点位置分布在SO₂年均浓度为38.07~39.09μg/m³,这也说明了估计结果具有较好的稳健性。进一步分析可以看出高收入群体的空气污染拐点在低收入群体的空气污染拐点的左侧,即高收入群体相较于低收入群体具有更高的空气质量要求。这也反映出环境库兹涅茨倒“U”型曲线的微观基础,即当个体在既定收入约束下对消费品和空气质量进行权衡取舍时,存在动态变化,当收入水平较低时,消费品的边际效用更高,个体更加偏好于消费品,随着收入水平上升和边际效用递减,消费品的边际效用不断下降,而空气质量的边际效用不断上升,使得个体更加偏好于空气质量。因此,高收入群体在物质生活得到满足以后会对其生存空间的空气质量提出更高要求,而低收入群体在特定时期内看重物质财富。

表7 空气污染影响居民生活满意度的分样本回归

变量	(1) 低收入	(2) 高收入	(3) 中西部	(4) 东部	(5) 农村	(6) 城镇
ln(SO ₂)	1.405*** (0.149)	1.252*** (0.145)	1.613*** (0.245)	1.263*** (0.136)	1.522*** (0.138)	1.095*** (0.160)
ln(SO ₂) ²	-0.193*** (0.0216)	-0.172*** (0.0209)	-0.231*** (0.0358)	-0.176*** (0.0199)	-0.209*** (0.0200)	-0.151*** (0.0230)
控制变量	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
时间与地区效应	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制	已控制
R ²	0.0539	0.0541	0.0520	0.0571	0.0555	0.0541
样本量	24602	35336	27467	32471	28743	31195

(二)区域异质性

考虑到中国地区之间发展的非均衡性,本文将受访者按照所在地进行分组。具体的做法:一是按照国家统计局划分的区域整合为中西部地区和东部地区;二是根据受访者所在地区将样本分为农村地区 and 城镇地区。

表7汇报了中西部地区、东部地区、农村地区与城镇地区空气污染影响的异质性估计结果。同样可以看出空气污染的影响方向和显著性水平也基本上保持不变,且无论对于中西部

地区、东部地区还是农村地区和城镇地区,空气污染与居民生活满意度均呈现倒“U”型的非线性关系。城市SO₂浓度的拐点在33~38μg/m³,城镇地区空气污染的拐点小于农村地区空气污染的拐点,该结论较符合预期,同样可以由上述EKC曲线的微观机理来解释。然而,中西部地区的空气污染拐点小于东部地区的空气污染拐点,这似乎与直觉相悖,可能的解释在于环境不公。基于“资源优化配置”的生产活动和中国的现实条件,中国正在经历快速的产业布局调整:高耗能、高排放的重化工业逐渐从东南沿海向中西部地区转移。2000—2014年东部省份的污染产业以转出为主,也造成了工业废水和工业废气污染的转出,而中西部内陆省份污染产业的承接规模上升,地区空气污染加重(胡志强、苗长虹,2018)。这种污染产业的转移会进一步加剧环境不公,使得东部地区和中西部地区分享生态利益和承担生态后果不公平,更多是东部地区享受了生态红利,而中西部地区承担了生态后果。因此,在一定程度上地区空气污染的加重会对居民生活满意度产生负作用,尤其是对于中西部地区。

七、机制验证

(一)空气污染对居民生活满意度的影响机制

1.经济增长的间接效应

基于已有EKC理论、经济增长模型和空气污染对经济发展的反向作用,本文构建联立方程模型考察空气污染与经济增长的双向反馈机制。

$$\begin{cases} air_{jt} = \beta_0 + \beta_1 Pgd p_{jt} + \beta_2 p g d p_{jt}^2 + \rho X + \varepsilon_{1jt} & (4) \\ Pgd p_{jt} = \gamma_0 + \gamma_1 air_{jt} + \gamma_2 air_{jt}^2 + \sigma Y + \varepsilon_{2jt} & (5) \end{cases}$$

式(4)和式(5)表明了空气污染与经济增长联立方程模型, X 和 Y 分别表示影响空气污染(SO₂浓度)和经济增长(实际人均GDP)的控制变量,包括实际利用外资额占GDP比重、科技支出占财政支出比重、人口密度、建成区绿地覆盖率、固定资产投资等。表8汇报了相应的估计结果,从第(1)列可以看出人均实际GDP的一次项系数在1%的水平上显著为正,二次项系数在5%的水平上显著为负,表明中国存在倒“U”型的EKC曲线,即城市经济发展水平对空气污染的影响呈现“先污染后改善”的非线性关系。进一步分析中国EKC倒“U”型曲线的拐点可以发现,以地区SO₂浓度表示空气污染时,EKC拐点对应的人均GDP为52498.75元。事实上在本文所选取的样本数据期间,560个样本中有321个样本中人均GDP未达到拐点值,约占57.32%,239个样本中人均GDP超过拐点值,约占42.68%。因此,可以大致判断,尽管估计结果支持了中国存在EKC倒“U”型曲线,但超过一半的城市仍处于EKC的上升阶段,即空气污染随着人均GDP的上升而加重。从第(2)列的产出方程估计结果来看,空气污染的一次项系数在1%的水平上显著为正,二次项系数在1%的水平上显著为负,说明空气污染与经济增长

之间也呈现倒“U”型关系,在地区SO₂浓度为67.09μg/m³时出现拐点,且满足 $\frac{\partial^2 PgdP}{\partial air^2} < 0$,表明当空气污染与经济增长处于上升阶段,呈现边际递减规律。换言之,空气污染以边际递减的形式换取经济增长,一旦空气污染达到某个门槛值之后就会对经济增长带来负向影响。

第(3)列中人均GDP对居民生活满意度的系数显著为正,反映出经济增长的间接效应对居民生活满意度的提升具有积极作用。据此实证检验了当地区人均GDP低于52498.75元,且SO₂浓度也低于67.09μg/m³时,经济增长对居民生活满意度产生积极的正向作用,且该间接效应具有边际递减规律,这验证了前文提到的假说H2。

表8 空气污染、经济增长与居民生活满意度

变量	(1) lnSO ₂	(2) ln(PgdP)	(3) LS
ln(PgdP)	0.463*** (0.1293)		0.0197* (0.0095)
ln(PgdP) ²	-0.0213** (0.0071)		
lnSO ₂		4.551*** (0.3443)	
ln(SO ₂) ²		-0.541*** (0.0423)	
时间效应	已控制	已控制	已控制
地区效应	已控制	已控制	已控制
R ²	0.984	0.984	0.1460
样本量	560	560	59938

2.健康受损的直接效应

如前文所述,空气污染会降低居民健康水平进而对其生活满意度产生负向影响。表9汇报了相应的估计结果,其中第(1)列表示空气污染对居民生活满意度的直接影响,SO₂的估计系数在5%的显著性水平上为负,说明了在控制一系列变量后,空气污染降低了居民生活满意度。第(2)列是验证空气污染对健康水平的影响效应。由于健康水平为0和1二值变量,所以

表9 空气污染、健康效应与居民生活满意度

变量	(1) LS	(2) Health	(3) LS
ln(SO ₂)	-0.0796** (0.0276)	-0.1201* (0.0602)	-0.0384* (0.0183)
Health			0.3261*** (0.0189)
时间效应	已控制	已控制	已控制
地区效应	已控制	已控制	已控制
R ²	0.0549	0.1956	0.0553
样本量	58746	32322	32322

采用Probit模型进行估计。其中,SO₂的估计系数为-0.1201,且在10%的水平上显著,说明了空气污染会对个体健康水平产生负向影响。第(3)列同时包含解释变量空气污染和健康水平,结果显示大气中污染物SO₂的估计系数为-0.0384,且通过了10%的显著性水平检验,Health的估计系数为0.3261,且在1%的水平上显著,由此验证了前文提出的假说H3。

八、结论与政策启示

本文主要利用CFPS2010、2012和2014年居民生活满意度数据与城市空气污染物SO₂浓度数据,采用有序Probit模型、线性概率模型和二元选择模型,实证检验了空气污染对居民生活满意度的影响,并使用NO₂和PM₁₀浓度数据进行稳健性检验。研究发现空气污染与居民生活满意度之间呈现倒“U”型的关系,而非简单的线性关系,并且空气污染与居民生活满意度的倒“U”型曲线拐点对应的SO₂、NO₂和PM₁₀的年均浓度分别为38.47μg/m³、40.97μg/m³和138.95μg/m³^①。进一步研究发现空气污染与居民生活满意度之间的非线性关系也存在显著的群体效应和区域效应。经过一系列稳健性检验和内生性问题处理以后,该结论依然稳健。此外,本文从动态视角分析了空气污染对居民生活满意度的可能影响机制,即在特定发展阶段以及空气污染控制在一定水平时,经济增长与空气污染相互影响,而经济增长有助于提升居民生活满意度,且该间接效应具有边际递减规律,同时,当空气污染跨过一定门槛值之后会通过健康受损的直接效应对居民生活满意度产生负向影响。

以上研究结论的政策含义在于:

第一,空气污染治理目标的设定应在生态承载力和经济承载力范围内以居民福利为基准;第二,在改善空气污染的过程中也要充分考虑居民的群体性和区域性差异,尤其是低收入居民和农村地区居民的生活满意度可能更多地受到经济因素的影响。因此,在治理环境和提升居民生活满意度的政策安排方面,可以在环境污染治理投资与环境规制标准上缩小地区间差距,通过转移性支付和财政补贴等方式有效增加低收入居民和农村居民的收入,逐步缩小群体间和区域间的收入差距。此外,在充分考虑不同群体和不同地区的特殊情况下,应采用“具体问题具体分析”的发展战略。一方面要逐步提高低收入群体和农村落后地区居民的环境保护与环境改善的意识,增加公众参与环境保护事业的积极性,如通过节能补贴等方式提倡和鼓励居民购买环境友好型产品。另一方面,对高收入居民和城镇居民应逐步形成收入增长促进环境改善和居民生活满意度的作用机制。

^①需要说明的是空气污染与居民生活满意度呈现倒“U”型关系,并且拐点的计算是基于LPM方法 $e^{|\alpha_1/2\alpha_2|}$ 所得。

参考文献:

- [1] 陈永伟,史宇鹏. 幸福经济学视角下的空气质量定价——基于CFPS2010年数据的分析[J]. 经济科学, 2013, (6): 77-88.
- [2] 陈诗一. 能源消耗、二氧化碳排放与中国工业的可持续发展[J]. 经济研究, 2009, (4): 41-55.
- [3] 陈硕,陈婷. 空气质量与公共健康:以火电厂二氧化硫排放为例[J]. 经济研究, 2014, (8): 158-169.
- [4] 储德银,何鹏飞,梁若冰. 主观空气污染与居民幸福感——基于断点回归设计下的微观数据验证[J]. 经济学动态, 2017, (2): 88-101.
- [5] 胡志强,苗长虹. 中国污染产业转移的时空格局及其与污染转移的关系[J]. 软科学, 2018, 32(7): 39-43.
- [6] 黄永明,何凌云. 城市化、环境污染与居民主观幸福感——来自中国的经验证据[J]. 中国软科学, 2013, (12): 82-93.
- [7] 李虹,邹庆. 环境规制、资源禀赋与城市产业转型研究——基于资源型城市与非资源型城市的对比分析[J]. 经济研究, 2018, (11): 182-198.
- [8] 连玉君,黎文素,黄必红. 子女外出务工对父母健康和生活满意度影响研究[J]. 经济学(季刊), 2014, 14(1): 185-202.
- [9] 卢洪友,祁毓. 环境质量、公共服务与国民健康——基于跨国(地区)数据的分析[J]. 财经研究, 2013, 39(6): 106-118.
- [10] 苗艳青,陈文晶. 空气污染和健康需求:Grossman模型的应用[J]. 世界经济, 2010, (6): 140-160.
- [11] 王燕,余红伟,石大千,张旭. 雾霾污染对收入差距影响的再检验——基于工具变量法[J]. 环境经济研究, 2019, 4(04): 115-131.
- [12] 王勇,郝翠红,施美程. 环境污染激发公众环境关注了吗?[J]. 财经研究, 2018, 44(11): 106-124.
- [13] 杨继东,章逸然. 空气污染的定价:基于幸福感数据的分析[J]. 世界经济, 2014, (12): 162-188.
- [14] 郑君君,刘璨,李诚志. 环境污染对中国居民幸福感的影响——基于CGSS的实证分析[J]. 武汉大学学报(哲学社会科学版), 2015, 68(4): 66-73.
- [15] 周广肃,樊纲,李力行. 收入差距、物质渴求与家庭风险金融资产投资[J]. 世界经济, 2018, (4): 53-74.
- [16] Barringtonleigh, C. and F. Behzadnejad. Evaluating the Short-Term Cost of Low-Level Local Air Pollution: A Life Satisfaction Approach[J]. Environmental Economics and Policy Studies, 2017, 19(2): 1-30.
- [17] Ebenstein, A., M. Fan, M. Greenstone, et al. New Evidence on the Impact of Sustained Exposure to Air Pollution on Life Expectancy from China's Huai River Policy[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2017, (39): 10384-10389.
- [18] Ferreira, S. and M. Moro. On the Use of Subjective Well-Being Data for Environmental Valuation[J]. Environmental and Resource Economics, 2010, 46(3): 249-273.
- [19] Geldrop, V. and C. Withagen. Natural Capital and Sustainability[J]. Ecological Economics, 2000, 32(3): 445-455.
- [20] Grossman, G. M. On the Concept of Health Capital and the Demand for Health[J]. Journal of Political Economy, 1972, 80(2): 223-255.
- [21] He, G., M. Fan, and M. Zhou. The Effect of Air Pollution on Mortality in China: Evidence from the 2008 Beijing Olympic Games[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2016, (79): 18-39.
- [22] Levinson, A. Valuing Public Goods Using Happiness Data: The Case of Air Quality[J]. Journal of Public Economics, 2012, 96(10): 869-880.
- [23] Luechinger, S. Valuing Air Quality Using the Life Satisfaction Approach[J]. Economic Journal, 2009, 119

(536): 482–515.

[24] Luechinger, S. Life Satisfaction and Transboundary Air Pollution[J]. *Economics Letters*, 2010, (107): 4–6.

[25] Rehdanz, K. and D. Maddison. Local Environmental Quality and Life-Satisfaction in Germany[J]. *Ecological Economics*, 2008, 64(4): 787–797.

[26] Welsch, H. Preferences over Prosperity and Pollution: Environmental Valuation Based on Happiness Surveys[J]. *Kyklos*, 2002, 55(4): 473–494.

[27] Welsch, H. Environment and Happiness: Valuation of Air Pollution Using Life Satisfaction Data[J]. *Ecological Economics*, 2006, 58(4): 801–813.

[28] Welsch, H. Environmental Welfare Analysis: A Life Satisfaction Approach[J]. *Ecological Economics*, 2007, 62(4): 544–551.

[29] Welsch, H. Implications of Happiness Research for Environmental Economics[J]. *Ecological Economics*, 2009, 68(4): 2735–2742.

[30] Welsch, H. and S. Ferreira. Environment, Well-Being and Experienced Preference[R]. 2014.

[31] Zhang, X., X. B. Zhang, and X. Chen. Happiness in the Air: How Does a Dirty Sky Affect Mental Health and Subjective Well-Being[J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2017, 85(1): 81–94.

The Impact of Air Pollution on Residents' Life Satisfaction

Zhu Huan^a, Yan Jianye^{ba} and Wang Xin^c

(a: Institute of New Structural Economics, Peking University;

b: School of Banking and Finance, University of International Business and Economics;

c: School of Economics, Southwestern University of Finance and Economics)

Abstract: Air pollution will seriously affect the production and life of residents, and then have an effect on residents' life satisfaction. This paper focus on the impact of air quality on residents' life satisfaction and its mechanism. We match the individual microdata of the China Family Panel Studies in 2010, 2012, and 2014 with regional-level macro data, and use ordered probit, linear probability models to analyze the mechanism from the perspective of economic growth and health impairment. The empirical results show that air pollution affects residents' life satisfaction, and there is an inverted "U" relationship between them, that is, there is an optimal air pollution from the perspective of social welfare. The mechanism is that at the early stage of development, economic growth and air pollution influence each other, and economic growth has a positive effect on residents' life satisfaction. With the development of economy and the change of air pollution, air pollution has a negative impact on residents' life satisfaction by reducing their health level. Studying the relationship between air pollution and residents' life satisfaction may not only provide theoretical support for objective assessment of air quality, but also offer new ideas for China's green development.

Keywords: Air Pollution; Life Satisfaction; Economic Growth; Health Effect; Ordered Probit

JEL Classification: I31, Q50

(责任编辑:朱静静)