

空气污染对区域人力资本的影响：理论与实证

万伦来 陈莹 娜仁¹

（合肥工业大学 经济学院，安徽 合肥 230009）

【摘要】：空气污染会影响劳动力的流动性，而劳动力流动必然对区域人力资本集聚产生影响。文章运用经济数学方法，从生存效用和享受效用两个方面解析了空气污染对人力资本的作用机理，并基于 2000—2018 年我国 30 个省份的面板数据进行了实证检验。研究表明，空气污染对区域人力资本的影响呈“倒 U”型特征，存在一定滞后性，且经济越发达地区，空气污染对其人力资本的影响越显著。据此，必须充分认识空气污染对人力资本的负面影响，注重区域差异性和时滞性，审时度势地推进生态环境治理，为增强劳动力流入、提升人力资本提供坚实保障。

【关键词】：空气污染 人力资本 雾霾 劳动力流动

【中图分类号】：F014.1；F272.92 **【文献标识码】：**A **【文章编号】：**1007-5097（2021）08-0078-08

一、引言及文献综述

工业化在促进经济快速增长的同时造成的 PM_{2.5}、二氧化硫、二氧化碳等空气污染也给人类生存环境带来了严重危害，从而对人力资本水平提升产生不利影响。中国政府高度重视削减空气污染物排放，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划纲要》明确提出了 PM_{2.5}、二氧化硫、二氧化碳等空气污染物下降的约束性指标。全国各地积极响应中央政府提出控制污染物排放的号召，努力把让广大居民享用美好蓝天和洁净空气作为提升人力资本水平的重要措施之一。那么，空气污染究竟对区域人力资本产生如何影响？全国各地空气污染物排放对人力资本影响呈现何种变化趋势？厘清这些问题具有重要现实意义。

随着经济发展水平的逐步提高，人们对大气环境质量的追求也随之提高，空气污染已成为影响区域人力资本的重要因素（陈诗一和陈登科，2018）^[1]，并成为学术界聚焦的热门话题。综观学术界针对空气污染与人力资本关系的既有研究成果，大致可归纳为“经济增长观”“公众健康观”和“人口流动观”三个方面。一是持“经济增长观”的学者认为，经济增长理论表明，一定程度上空气污染的加重实际上可能是经济活动水平提高导致的后果（Grossman & Krueger, 1991）^[2]，地区经济发展加快显然促进劳动者对医疗和健康的投资，从而提升区域人力资本水平。由于晋升锦标赛（OP-PERetal, 2015）^[3]、晋升标尺赛的压力（BAIKER, 2005；杨其静和郑楠，2013）^[4-5]，在城市建设初期，地方政府会通过发展重工业等污染性行业促使经济快速增长（张腾飞等，2016）^[6]，而经济增长快、城镇化率高的地区可以通过专业信息溢出提升人力资本（Black & Henderson, 1999）^[7]。二是持“公众健康观”的学者研究指出，空气污染主要通过危害公众生理、心理健康和认知能力两个渠道从而对人力资本市场供给产生不利影响。首先，毒理学和流行病学大量证据表明，人体长期暴露在污染中会导致严重的健康问题，主要表现为呼吸系统疾病或者是心血管功能的变化，进而引起哮喘、心脏病等疾病发作，导致婴儿死亡率上升、学生缺勤和工人旷工（Pope, 2000；Greenstone & Hanna, 2014）^[8-9]。陈硕和陈婷（2014）基于我国 161 个地级城市面板数据研究证实，二氧化硫对人体健康产生显著不利影响，从而对区域人力资本产生抑制作用^[10]。其次，雾霾污染会导致工人和企业的劳动生产率下降（Zivin & Neidell, 2012）^[11]。Chang 等（2016）通过研究梨包装厂工人能力发现，诸如 PM_{2.5}等空气污染物的增加会导致工人包装能力显

¹**作者简介：**万伦来（1963-），男，安徽合肥人，教授，博士生导师，博士，研究方向：区域资源，环境经济；

陈莹（1995-），女，重庆人，硕士，研究方向：区域经济，可持续发展；

娜仁（1978-），女，内蒙古锡林郭勒人，副教授，硕士生导师，博士，研究方向：区域资源，区域创新。

基金项目：国家社会科学基金重点项目“中国马克思主义绿色发展观的基本理论与方法研究”（14AKS013）

著下降^[12]。Lavy 等（2014）基于以色列高中生学习能力与环境监测数据研究证实，PM_{2.5} 增加 10 个单位会使学生考试分数降低 1.9%，CO 增加 10 个单位会使分数降低 2.4%，从而证实空气污染会对个体认知能力造成危害，即对提升人力资本产生不利影响^[13]。三是持“人口流动观”的学者研究证实，诸如 PM_{2.5}、二氧化硫、二氧化碳等空气污染物会对人力资本产生驱赶效应，而环境质量较好的城市会对人力资本产生引流效应。如 Chay 和 Greenstone (2005) 研究发现空气每增加一个单位的悬浮颗粒，房屋价值就会下降 0.7%~1.5%，这是因为高技能劳动力具有追求环境质量较好地区生活的意愿，优良的大气环境对人力资本产生引流作用，而质量差的大气环境会对人力资本产生驱赶作用^[14]。Hanlon (2016) 认为虽然工业化带来了经济增长，但是其带来的空气污染严重影响了城市居住环境，从而降低城市人力资本吸引力^[15]。肖挺（2016）罗勇根等（2019）则从人口流动视角研究认为，空气污染影响劳动力迁徙的决策行为，一般地，劳动力迁徙会优先考虑选择环境清洁水平较高的地区^[16-17]。张海峰等（2019）研究城市生态环境和劳动力迁移的关系也充分证实，生态文明建设水平越高的城市对劳动力的吸引越大，即强化生态文明建设对人力资本产生引流作用^[18]。

上述三个方面研究成果为揭示空气污染与人力资本之间的关系提供了较合理的解释，但既有研究尚有三方面不足：一是从研究对象来看，人力资本是影响区域人力资本水平的重要因素之一，但既有关于空气环境质量对人力资本影响作用的研究大多是以发达国家为研究对象进行的，发展中国家的数据支撑研究相对不够；二是从研究内容来看，既有相关研究往往仅考虑经济增长、公众健康或劳动力流动某一方面，缺乏把三者综合起来进行系统分析，尤其是鲜有人从生存和享受两个方面研究揭示空气污染对区域人力资本的影响作用；三是从研究方法来看，既有关于空气环境质量对人力资本影响作用研究主要是以定性分析、实证检验为主，而运用经济数学方法解析这一影响作用的微观机理极为匮乏。因此，运用经济数学方法深入探究空气污染对人力资本的内在作用机理并进行实证检验，具有重要理论与现实意义。据此提出研究假说命题并进行实证分析，以期对相关研究提供参考。

二、理论分析

理论与实证研究已表明，空气污染对区域人力资本的影响主要是通过劳动力流动得以实现的（史桂芬和李真，2020）^[19]，因为空气污染既影响劳动者的生存效用，同时又影响劳动者的享受效用，而劳动力个体流动决策正是根据流入地生存效用和享受效用的高低进行判断的。

从流入地预期的生存效用来看，空气污染会给劳动力传递经济增长较快信息，因为空气污染严重地区往往经济增长相对较快，劳动力能在这些地区更容易就业获得预期收入，所以这些地区对劳动力流入更具有吸引力。此外，空气污染地区因经济增长较快，基础教育和医疗水平等公共服务水平也会得到较大幅度提升，劳动力的“用脚投票”行为会在一定程度上掩盖空气污染对身体健康的不利影响，从而有利于吸引不同层次劳动力的流入。而从流入地预期的享受效用来看，空气污染严重地区劳动力个体的享受成本相对较高，从而降低其享受效用。这是因为一方面空气污染不仅会损害个体身心健康，导致居民医疗保健等支出增加（Tanaka, 2015）^[20]，而且会削弱劳动力个体对教育、技能培训等其他消费的支出（Roth, 2017）^[21]，从而降低了居民的享受效用，即提升了享受成本。另一方面，随着生活水平提高，更多劳动者在满足生存需求后对美好生活质量具有更多诉求，他们愿意为了追求环境质量而接受更高的生态健康议价。这正如 Ebenstein 等（2016）研究发现的，大气污染会导致个体产生消极情绪，降低认知能力，从而对后期收入水平产生负面影响^[22]。Zhang 等（2017）也研究证实，空气污染指数每增加一个单位，居民幸福感要下降 0.044%，且人们平均愿意每天支付 26 元来提升一个单位的空气质量^[23]。

考虑区域人力资本水平主要是由劳动力流入量决定的（夏怡然和陆铭，2019）^[24]，且劳动力个体流动决策往往是权衡流入地的生存效用和享受效用，即综合流入地预期的平均收入水平和在该地的享受成本两个方面因素的结果，为进一步探明空气污染对区域人力资本影响的微观发生机制，本文借鉴张莉等（2017）的研究成果，设定劳动力个体流动的决策选择模型为^[25]：

$$\text{choice}_{ij} = \begin{cases} 1, & E[U_{ij}] > \bar{U}; \\ 0, & E[U_{ij}] \leq \bar{U} \end{cases} \quad (1)$$

其中：i 代表待迁徙的劳动力个体；j 代表备选区域； $\bar{U}$ 为常数，代表个体选择不流动时的保留效用； $E[U_{ij}]$ 代表个体 i 选择流入区域 j 的期望效用；choice_{ij}=1 代表 i 选择流入区域 j, choice_{ij}=0 代表 i 选择不流动。

假设劳动力个体 i 选择流入区域 j 的平均收入水平为 r，又假定区域 j 的享受成本为 $e_j m$ (m 是与地区医疗水平等公共服务相关的常量)， $e_j \in (0, 1]$ 为区域空气污染水平 (e_j 接近 1，表示区域空气污染水平越高)，则当区域平均收入水平 r 一定时，劳动个体的可支配收入可记为 $y=r-e_j m$ 。根据以上分析可得：

$$y \sim N\left(r - e_j m, \frac{\sigma^2}{e_j}\right) \quad (2)$$

其中， σ^2 为常数。假定劳动个体 i 是风险厌恶者，风险厌恶系数 $\alpha = -\frac{d^2 U/dy^2}{dU/dy}$ ，则对风险厌恶系数求解可得：

$$U(y) = -C_1 \exp(-\alpha y) + C_2 \quad (3)$$

(3) 式可简化效用函数为 $U(y) = -C \exp(-\alpha y)$ ，这表明在控制其他省份特征 X 的情况下，劳动力个体流动决策的选择期望函数可表示为：

$$E(U_{ij} | e_j, r, X) = -C \exp\left[-\alpha(r - e_j m) + \frac{\alpha^2 \sigma^2}{2e_j}\right] \quad (4)$$

当劳动力个体选择流入地平均收入水平 r 一定时，(4) 式可简化为：

$$E(U_{ij} | e_j, r, X) = -C \exp\left(\alpha e_j m + \frac{\alpha^2 \sigma^2}{2e_j}\right) \quad (5)$$

将 (5) 式对空气污染水平 e_j 求一阶导数可得：

$$\frac{\partial E(U_{ij} | e_j, r, X)}{\partial e_j} = C \exp\left(\alpha e_j m + \frac{\alpha^2 \sigma^2}{2e_j}\right) \times \left(\frac{\alpha^2 \sigma^2}{2e_j^2} - \alpha m\right) \quad (6)$$

(6) 式反映的是空气污染水平对劳动力区域选择过程中效用的影响，其中， $C > 0$ ， $\alpha > 0$ ， $e_j \in (0, 1]$ 。令 $\frac{\partial E(U_{ij} | e_j, r, X)}{\partial e_j} = 0$ ，因有

$C \exp\left(\alpha e_j m + \frac{\alpha^2 \sigma^2}{2e_j}\right) > 0$ ，可得拐点值 $e_j^* = \sigma \sqrt{\frac{\alpha}{2m}}$ ，解得：

$$\frac{\partial E(U_{ij} | e_j, r, X)}{\partial e_j} = \begin{cases} \geq 0 & e_j \leq e_j^* \\ < 0 & e_j > e_j^* \end{cases} \quad (7)$$

(7) 式揭示了空气污染拐点 e_j^* 的意义：当空气污染小于空气污染拐点值，随着空气污染增加，劳动力流入会随之增加；而当空气污染越过拐点值，污染加重会导致劳动力流失，即劳动力流入将减少。为直观反映区域人力资本受空气污染的影响，本文绘出劳动者收入概率分布和期望效用受空气污染影响的变化曲线如图 1 所示。由图 1 可知，随着空气污染水平 e_j 增加，收入概率分布曲线整体左移，均值和方差均减小，效用期望 $E(U_{ij})$ 先增后减；当空气污染小于拐点值，随着空气污染水平 e_j 增加，劳

动力收入均值虽然小幅降低，但劳动力收入概率分布方差 $\frac{\sigma^2}{e_j}$ 急剧变小，对风险厌恶者而言收益更稳定，因此期望效用 $E(U_{ij})$ 增加，劳动力流入该区域的意愿增强；而当空气污染越过拐点值，随着空气污染水平 e_j 进一步增加，此时均值的大幅下降使得劳动者收益显著降低，因此期望效用 $E(U_{ij})$ 下降，劳动力流入该地区意愿降低。

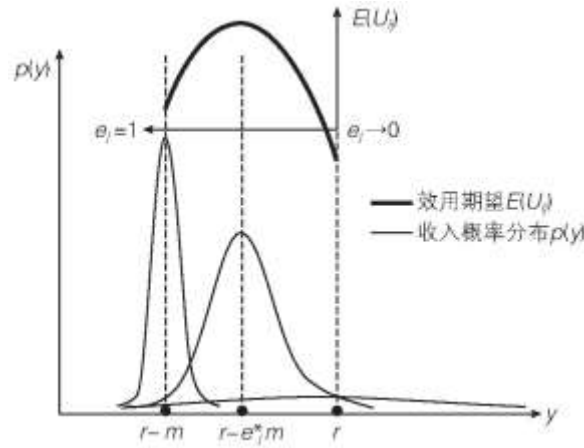


图 1 空气污染下的劳动力收入概率分布和期望效用

综合可知，对于风险厌恶型劳动力，特定区域空气污染上升对劳动力流动决策选择同时存在两种相反的力量：一是以破坏环境为代价带来的经济快速增长会向劳动力个体传递能获得较高预期收入的信息，从而对劳动力流入该地产生“拉力”作用；二是由于空气污染会增加区域享受成本，从而对劳动力流入该地产生“阻力”作用。在经济发展初期拉力占主导地位，即空气污染促进劳动力流入，提升区域人力资本水平；随着经济持续发展，空气污染加重，阻力将占主导地位，即空气污染抑制劳动力流入，降低区域人力资本水平。这反映区域人力资本水平随空气污染水平变动存在“倒 U”型的变化趋势。

三、研究设计

(一) 计量模型

为实证分析空气污染对区域人力资本水平的影响，借鉴张莉等（2017）的研究成果，构建如下基准回归模型^[25]：

$$\ln hc_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln PM_{2.5it} + \alpha_2 (\ln PM_{2.5it})^2 + \alpha_3 X_{it} + \gamma_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

其中：下标 i 代表省份， t 代表年份； hc_{it} 表示人力资本变量； $PM_{2.5it}$ 为核心解释变量空气污染，采用区域 $PM_{2.5}$ 平均浓度作为代理变量； X_{it} 为控制变量，包括经济建设、经济结构等变量； $\alpha_j (j=0, 1, 2, 3)$ 为待估参数；为了进一步克服时间和区域异质性带来的遗漏变量偏误，模型中还控制了时间固定效应和省份固定效应，用 μ_t 和 γ_i 表示； ε_{it} 代表随机误差项。

（二）变量选取

1. 人力资本

考虑李海峥等（2019）采用国际上广泛认可的 J-F 收入法（终生收入法）并结合中国实际情况，改进后测算的历年各省份人力资本存量更具科学性^[26]，本文借鉴李海峥等的研究成果，用实际劳动力人均人力资本（ hc ）作为被解释变量。

2. 空气污染

考虑现有关于空气污染研究的文献大多采用哥伦比亚大学的雾霾数据，但该数据目前只更新到 2016 年，不利于展开最新的研究。为此，本文借鉴邵帅等（2016）的研究方法^[27]，利用达尔豪斯大学的雾霾数据，使用 Arcgis 软件提取 2000—2018 年的中国省级层面雾霾数据，以满足研究需要。

3. 控制变量的选取

为了缓解遗漏变量偏误，本文在基准回归模型中还控制了一组区域特征变量。结合已有研究，本文选取的控制变量有：（1）地区经济发展（ gdp ），以省份 GDP 来度量。地区经济发展水平会显著影响市场劳动力的转移和自身技能培训，从而改变人力资本的投资收益，而 GDP 能最直接反映地区经济的发展程度。（2）贸易开放度（ $trade$ ），利用各省贸易进出口总额占国内生产总值的比值衡量。对外贸易不仅创造了更多城镇就业机会，促使低技能劳动力向中高技能劳动力的转化，还通过国际知识技术溢出的作用渠道，提升我国人力资本。（3）基础设施建设（ $infra$ ），利用每平方公里等级公路里程表示，基础设施建设水平的提高有利于人才的流入。（4）医疗水平（ med ），选取每万人拥有医院床位数测量。部分学者选用居民保健支出指标来衡量地区医疗发展水平，但局限于数据的可得性，本文借鉴蔡芸等（2018）的度量方法^[28]，采用每万人医院床位数作为代理变量。（5）城镇化水平（ ubr ），采用城镇人口占总人口比重来度量。城镇化率越高的地区，技术型就业机会更多，促进农村地区低中技能劳动力对自身技能投资以实现质的飞跃，同时吸引高技能人才的流入，提升人力资本存量。（6）产业结构（ $indus$ ），选用三产与二产的比例衡量。第三产业占比更高的区域，说明产业结构趋于高级化，能吸引更多高技能劳动力的流入。并且二产比例的降低能减缓重工业产生的污染对劳动力的驱赶效应，所以三产对二产比例的升高能双重提升人力资本的积累。（7）人口年龄结构（ cra ），利用 0~14 岁以上人口占 15~64 岁人口比重表示。张秀武等（2018）认为^[29]，抚养人口上升会导致劳动力负担加重，占用健康支出，挤出个体提升技能水平的消费，不利于人力资本的积累。

（三）数据来源与处理

考虑数据可得性和可比较性，本文剔除西藏和港澳台地区，主要考察我国其他 30 个省、自治区和直辖市，样本时期为 2000—2018 年。所有相关原始数据均来源于历年《中国统计年鉴》《中国人力资本报告 2019》《中国人口和就业统计年鉴》《中国卫生健康统计年鉴》、各省份统计年鉴、EPS 数据库和国泰安数据库。为了减少统计偏误和异方差，将非比值型变量进行对数化处理。另外，以 1999 年为基年，运用各省 GDP 平减指数将模型中的国内生产总值转化为实际国内生产总值。

四、实证结果与分析

（一）基准回归

将有关变量数据代入基准回归方程（8）式，经过 Hausman 检验显示本文应采用双固定回归来检验空气污染对区域人力资本所产生的影响。

模型 1 和模型 2 是基准模型，呈现的是区域 $PM_{2.5}$ 与人力资本之间的关系。结果表明，雾霾污染与区域人力资本呈负向关系，但是不显著，加入 $PM_{2.5}$ 浓度的平方项后，两者呈“倒 U”型发展趋势，且在 5%置信水平下显著。这一研究发现与 Graff 和 Neidell(2012)^[11]、祁敏等（2015）学者认为空气污染对区域人力资本影响呈负向线性关系有所不同^[30]，究其原因主要是以上学者仅从劳动生产率或劳动者身心健康单一角度进行研究，而本文则是把经济增长、公众健康和劳动力流动纳入统一分析框架进行研究的。之所以空气污染对区域人力资本的影响呈“倒 U”型关系，是因为在经济发展初期地方政府将空气污染看作生产投入要素的一种，通过消耗自然资源提高经济活动产出水平并吸引劳动力要素向本辖区聚集，从而提升地方人力资本水平，这也证实 Wilson(1999)和陶然等（2009）提出的地区“竞次竞争”观点^[31-32]；随着经济不断发展，空气污染排放持续增加会导致环境承载力超负荷，从而影响居民身心健康，降低了劳动生产率、居民幸福感和个体对教育培训的再投资（黄永明和何凌云，2013）^[33]，这时空气污染对区域人力资本积累产生负面影响。

考虑模型 2 的回归可能遗漏其他重要变量，影响模型估计的精确性，因此后面的模型在此基础上逐步纳入控制变量。模型 3 在模型 2 的基础上引入了代表区域经济发展水平的控制变量。从模型 3 结果可知，引入上述变量后 $PM_{2.5}$ 浓度与人力资本呈“倒 U”型关系，且在 5%水平下显著。从控制变量的回归结果来看，GDP 对人力资本的影响在 1%的水平下显著为正，说明经济发展程度无论是对劳动力的教育投资、培训还是对人才的引进，都起着至关重要的推动作用。对外贸易在 1%的显著性水平下促进人力资本发展，一方面，对外贸易作为传递跨国知识技术的媒介，产生的外溢效应直接提高了东道国的人力资本；另一方面，外资企业对所需劳动力较高的学历和技能要求，会促进东道国对个体的教育投资和职能培训，产生倒逼效应，间接提升人力资本的积累。城镇化率和基础设施建设水平都在 1%置信水平下显著提升人力资本水平，这是因为一方面城镇化率越高、基础建设越好的地区，交通越便利，商业服务更发达，从生活服务各方面吸引人才的入驻；另一方面技术型就业机会增加，促进农村地区低中技能劳动力对自身技能投资以实现质的飞跃，更快融入信息化时代，同时吸引高技能人才的流入，增加人力资本的存量。医疗水平对人力资本的影响为正，且在 5%置信水平下显著，一方面高医疗服务水平地区通过增强劳动力基础安全保障吸引劳动力的流入，另一方面医疗水平的提高增加了社会公共服务质量，而劳动力的流向与地区公共服务水平显著正相关（夏怡然和陆铭，2015）^[34]。

模型 4 在模型 3 的基础上引入代表区域经济发展结构的控制变量。从控制变量结果来看，产业结构对人力资本有促进作用，且在 5%置信水平下显著，说明三产比例越高，技能型劳动者越多，一方面通过提高劳动效率和产值提升区域人力资本积累，另一方面通过人力资本外部性产生知识溢出效应，影响低技能劳动者向高技能劳动者转变，实现区域整体劳动者能力的提升。人口年龄结构对人力资本积累的影响在 1%的显著性水平下为负，因为幼儿的教育、医疗会占用劳动者的个体消费，降低劳动者的自我投资，减缓当期人力资本积累速度，但是长期来看对幼儿的投资可能会促进未来人力资本的积累。

（二）稳健性检验

人力资本高的地区本身意味着经济发展水平更高，地方政府通过加大第三产业发展降低工业污染水平，但是也会通过吸引劳动力流入增加人口密度，导致生活污染加重。因此，空气污染、劳动力流动与人力资本之间可能存在反向因果关系，为了减缓这种影响对结果造成误差，本文利用核心解释变量和控制变量的滞后一期数据进行稳健检验。同时，为保障结论分析的可靠性，本文采用自变量替换法将上述 $PM_{2.5}$ 浓度替换为人均 SO_2 排放和人均烟粉尘排放作为核心解释变量；为排除行政因素对回归结果的干扰，本文将北京、天津、上海和重庆四个行政地位特殊的直辖市从全样本中剔除再进行检验。

模型（5）将解释变量和控制变量都滞后一期，结果仍然显著，说明基准结果可靠，空气污染对人力资本确实存在显著的“倒 U”型影响，同时表明空气污染对人力资本的影响存在一定滞后性。将 $PM_{2.5}$ 浓度核心解释变量替换成人均 SO_2 排放和人均烟粉尘排放后，对基准模型进行双向固定效应检验，模型（6）和模型（7）表明人均 SO_2 排放和人均烟粉尘排放空气污染对人力资本仍

然存在“倒 U”型影响态势，且作用方向与前文结果高度一致，均在 1%的置信水平下显著，证明本文模型的设定和结果是稳健可靠的。模型（8）展示的是将北京、天津、上海和重庆四个具有特殊行政地位的直辖市剔除后，雾霾污染与人力资本的关系，结果仍与前文结论保持一致，且在 1%置信水平上显著，说明本文研究结果具有稳健性。

（三）异质性检验

接下来考察不同经济发展水平地区的劳动力对空气污染的敏感性。通常来说，经济发展水平越高的地区居民对于空气污染对个人身心健康和个体效用有更加准确的判断，因为一般经济发展水平越高的地区居民更能精确了解自身需求，同时对环境污染更加敏感。本文借鉴学术界通常做法，把上文考查对象划分为东部、中部、西部三大经济区进行分组回归。

只有东部地区的检验全部通过，并且系数较全部样本回归有所上升，中部地区作用方向相反，西部地区作用方向一致，且都不显著。东部地区的检验说明，经济发展水平越高地区的空气污染对人力资本的影响更加明显，这也验证了理论部分所阐述的劳动者生活水平提高就会更加追求生活质量的提高是；中部地区的检验不显著，可能是因为中部地区医疗卫生水平处于中间程度，空气污染程度也处于中间值，即中部地区的经济发展和空气质量给劳动者带来的“生存效应”和“享受效应”处于一个持平状态，所以空气污染对劳动力流动的影响不明显；西部地区检验不显著，可能是因为西部地区经济不发达，劳动个体对空气污染的敏感性有所减弱。

需要特别指出的是，我国诸如北京等经济发达地区的 $PM_{2.5}$ 、二氧化硫、二氧化碳等大气污染相对严重，但事实上这些地区人力资本水平却很高，似乎与本文研究不符。深入研究发现，这是因为一方面北京等地的特殊地理位置和政治因素使得最前沿的科学技术聚集于此，吸引大量高技能劳动者涌入；另一方面，这类地区经济发达，工资和公共服务等变量作用的弹性更大，收入增长仍占据主导作用，这在一定程度上掩盖了大气质量不佳等问题对劳动人群带来的驱赶效应，导致生态健康作用的概率弹性变小。所以从现实来看，虽然这类地区的高技能劳动者仍然偏多，但是这并不能否认诸如 $PM_{2.5}$ 、二氧化硫、二氧化碳等大气污染对人力资本“驱赶效应”的存在，正如孙伟增等（2019）研究所指出的那样^[38]，近年来像北京、杭州等大城市的空气质量下降对劳动力流动的负向影响已经相当于收入效应的 30%，成为限制劳动力供给的重要因素。

五、结论与建议

近年来，全国上下遵循习近平总书记“发展是第一要务，人才是第一资源”这一重要指示的精神要义，纷纷把人力资本作为促进经济快速增长的首要资源，人才争夺战屡屡发生。那么，经济增长非期望产出的空气污染对区域人力资本有何影响？研究表明，空气污染对区域人力资本影响呈“倒 U”型发展态势，且存在一定时间滞后性和区域差异性，经济越发达地区，空气污染对人力资本的影响越明显。据此，本文得出以下政策启示：

（1）充分认识空气污染对人力资本的负面影响。本研究已证实空气污染对区域人力资本具有显著“倒 U”型发展趋势，即在当前我国经济总体已处于较高发展水平的形势下，必须充分认识到改善空气环境质量对提高人力资本的重要性，着力制定科学的环境规制政策控制环境污染排放，为吸引劳动力流入、提升人力资本水平提供坚实保障。

（2）注重空气污染对人力资本影响的滞后性。本研究也发现，空气污染对人力资本的影响存在一定滞后性。因此，各地区应实时监测空气质量，阶段性进行空气质量评估，及早发现诸如 $PM_{2.5}$ 、二氧化硫等污染源并制定根本性解决措施，努力缓解空气污染带来的危害，以防止人力资本流失。

（3）重视空气污染对人力资本影响的地区差异性。本研究证实，空气污染对经济发达地区的影响作用相对较大。因此，强化环境规制切忌一刀切，必须重视推行区域差异化的实施政策。即对于经济欠发达地区，囿于技术限制，应该循序渐进，摒弃空气污染与经济发展分割治理思维，制定降低空气污染却又促进经济发展的整体战略规划，将两者统筹到一元治理方针下，协

调推进污染防治和提升人力资本水平；而对于发达地区，应该在经济体量相对较大基础上着重考虑如何提升经济发展质量，采用更加严格的环境保护政策，大力推广绿色新能源，努力打造生态宜居城市，借此留住并吸引人才，促进人力资本积累。

参考文献:

- [1]陈诗一, 陈登科. 雾霾污染、政府治理与经济高质量发展[J]. 经济研究, 2018, 53(2):20-34.
- [2]GROSSMAN G M, KRUEGER A B. Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement[J]. Social Science Electronic Publishing, 1991, 8(2):223-250.
- [3]OPPER S, NEE V, BREHM S. Homophily in the Career Mobility of China's Political Elite[J]. Social Science Research, 2015, 54:332-352.
- [4]BAICKER K. The Spillover Effects of State Spending[J]. Journal of Public Economics, 2005, 89(2/3):529-544.
- [5]杨其静, 郑楠. 地方领导晋升竞争是标尺赛、锦标赛还是资格赛[J]. 世界经济, 2013, 36(12):130-156.
- [6]张腾飞, 杨俊, 盛鹏飞. 城镇化对中国碳排放的影响及作用渠道[J]. 中国人口·资源与环境, 2016, 26(2):47-57.
- [7]BLACK D, HENDERSON V. A Theory of Urban Growth[J]. Journal of Political Economy, 1999, 107(2):252-284.
- [8]POPE C A. Epidemiology of Fine Particulate Air Pollution and Human Health:Biologic Mechanisms and Who's at Risk?[J]. Environmental Health Perspectives, 2000, 108(S4):713-723.
- [9]GREENSTONE M, HANNA R. Environmental Regulations, Air and Water Pollution, and Infant Mortality in India[J]. American Economic Review, 2014, 104(10):3038-3072.
- [10]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, 49(8):158-169, 183.
- [11]ZIVIN J G, NEIDELL M. The Impact of Pollution on Worker Productivity[J]. American Economic Review, 2012, 102(7):3652-3673.
- [12]CHANG T, ZIVIN J G, GROSS T, et al. Particulate Pollution and the Productivity of Pear Packers[J]. American Economic Journal:Economic Policy, 2016, 8(3):141-169.
- [13]LAVY V, EBENSTEIN A, ROTH S. The Impact of Short Term Exposure to Ambient Air Pollution on Cognitive Performance and Human Capital Formation[R]. Cambridge:National Bureau of Economic Research, 2014.
- [14]KENNETH Y C, MICHAEL G. Does Air Quality Matter?Evidence from the Housing Market[J]. Journal of Political Economy, 2005, 113(2):376-424.
- [15]HANLON W W. Coal Smoke and the Costs of the Industrial Revolution[R]. Cambridge:National Bureau of Economic Research, 2016.

-
- [16]肖挺. 环境质量是劳动人口流动的主导因素吗?——“逃离北上广”现象的一种解读[J]. 经济评论, 2016(2):3-17.
- [17]罗勇根, 杨金玉, 陈世强. 空气污染、人力资本流动与创新活力——基于个体专利发明的经验证据[J]. 中国工业经济, 2019(10):99-117.
- [18]张海峰, 林细细, 梁若冰, 等. 城市生态文明建设与新一代劳动力流动——劳动力资源竞争的新视角[J]. 中国工业经济, 2019(4):81-97.
- [19]史桂芬, 李真. 人口流动助推地区经济增长的机制研究——基于长三角城市群的面板数据[J]. 华东经济管理, 2020, 34(6):10-18.
- [20]TANAKA S. Environmental Regulations on Air Pollution in China and Their Impact on Infant Mortality[J]. Journal of Health Economics, 2015, 42:90-103.
- [21]ROTH S. Air Pollution, Educational Achievements, and Human Capital Formation[J]. Iza World of Labor, 2017(8):381-390.
- [22]EBENSTEIN A, LAVY V, ROTH S. The Long-run Economic Consequences of High-stakes Examinations:Evidence from Transitory Variation in Pollution[J]. American Economic Journal Applied Economics, 2016, 8(4):36-65.
- [23]ZHANG X, ZHANG X B, CHEN X. Happiness in the air:How Does a Dirty Sky Affect Mental Health and Subjective Well-being?[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2017, 85:81-94.
- [24]夏怡然, 陆铭. 跨越世纪的城市人力资本足迹——历史遗产、政策冲击和劳动力流动[J]. 经济研究, 2019, 54(1):132-149.
- [25]张莉, 何晶, 马润泓. 房价如何影响劳动力流动?[J]. 经济研究, 2017, 52(8):155-170.
- [26]李海峥. 中国人力资本报告[R]. 北京: 中央财经大学人力资本与劳动经济研究中心, 2019.
- [27]邵帅, 李欣, 曹建华, 杨莉莉. 中国雾霾污染治理的经济政策选择——基于空间溢出效应的视角[J]. 经济研究, 2016, 51(9):73-88.
- [28]蔡芸, 周梅, CHOW J. 空气污染对劳动力供给的影响研究——基于健康人力资本视角[J]. 社会保障研究, 2018(6):59-68.
- [29]张秀武, 刘成坤, 赵昕东. 人口年龄结构是否通过人力资本影响经济增长——基于中介效应的检验[J]. 中国软科学, 2018(7):149-158.
- [30]祁毓, 卢洪友, 张宁川. 环境质量、健康人力资本与经济增长[J]. 财贸经济, 2015(6):124-135.
- [31]WILSON J. Theories of Tax Competition[J]. National Tax Journal, 1999, 52(2):269-304.
- [32]陶然, 陆曦, 苏福兵, 等. 地区竞争格局演变下的中国转轨: 财政激励和发展模式反思[J]. 经济研究, 2009, 44(7):21-33.

-
- [33]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.
- [34]夏怡然,陆铭.城市间的“孟母三迁”——公共服务影响劳动力流向的经验研究[J].管理世界,2015(10):78-90.
- [35]孙伟增,张晓楠,郑思齐.空气污染与劳动力的空间流动——基于流动人口就业选址行为的研究[J].经济研究,2019,54(11):102-117.