

城市空气污染与人才流动¹

李磊² 王天宇³

摘 要 在城市间“抢人大战”与高人力资本群体对空气污染更为敏感的背景下,本文基于 2006 年至 2018 年高校招生分数线数据,结合城市空气污染数据与城市统计数据,研究发现城市 PM2.5 浓度显著降低了城市内高校招生分数线,这表明城市空气污染显著抑制了准大学生报考意愿。这一结论在内生性处理与各种稳健性检验下均成立。机制分析结果表明,城市 PM2.5 浓度显著抑制了外企进入,刺激服务业从业人员与高校老师流出,从而降低城市吸引力与高校吸引力。进一步分析结果表明,空气污染对高校招生分数线的负面影响是长期的。本文研究得出空气污染抑制人才流入、刺激人才流出这一结论。研究结论主要有以下三个作用:一是拓展了空气污染、人才流动与高考等领域的研究边界;二是为人才流动与区域人力资本流失等问题提供新的思考方式与研究视角;三是为地方政府制定人才吸引政策与污染防治政策提供现实参考。

关键词 空气污染;人才流动;高考;准大学生

0 引言

人才是社会经济发展动力源泉之一,是科技进步与研发创新主体之一。习近平总书记在 2021 年 9 月中央人才工作会议中指出,“人才是衡量一个国家综合国力的重要指标”“做到人才为本、信任人才、尊重人才、善待人才、包容人才”。各级政府都在积极推动人才培养体系建设,不断推出各类人才优待政策,力争培养人才、吸引人才,区域间“抢人大战”愈演愈烈。但人才选择地区时不仅仅只考虑经济发展前景与各类优待政策,还会考虑地区各种负面因素,其中

1 作者感谢国家社会科学基金重大项目“全球产业智能化对我国供应链安全的影响及对策研究”(22&ZD097)的资助。

2 李磊,南开大学跨国公司研究中心,南开大学经济行为与政策模拟实验室教授。E-mail: nklilei@nankai.edu.cn。

3 王天宇(通信作者),南开大学经济学院国际经济研究所博士研究生, E-mail: wangtianyu060706@163.com。

以空气污染最为典型。例如,不少研究都发现高受教育水平人口与高技能劳动力对空气污染更敏感,更容易被地区空气污染驱离(孙伟增等,2019;李丁等,2021;Chen et al.,2022)。因此,高人力资本群体对环境要求更为严格,这为地区人才吸引政策效力埋上阴影。

人类社会对空气污染造成的生理心理健康损害与社会经济损失早有共识。根据全球疾病负担研究(GBD)估计,2019年空气污染造成了全球约667万人死亡(GBD 2019 Risk Factors Collaborators,2020)。空气污染亦是我国居民健康重要危害因素之一。根据中国疾病预防控制中心(CDC)一项联合研究估计,2017年我国因空气污染死亡人数达124万,其中近七成源于大气PM_{2.5}污染;全国人口加权平均PM_{2.5}浓度达52.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$,远超世界卫生组织空气质量指南标准10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Yin et al.,2020)。此外,空气污染还降低了我国居民预期寿命(Chen et al.,2013;Ebenstein et al.,2017)。已有部分文献研究了空气污染对人口流动的影响。例如,孙伟增等(2019)基于2011年至2015年全国流动人口动态监测调查数据,研究发现城市PM_{2.5}浓度显著降低了流动人口到该城市的就业概率;且受教育水平越高,对空气污染越敏感。李丁等(2021)基于2013年至2015年中国家庭金融调查数据,研究发现空气污染均显著刺激了劳动力跨区县流出与跨国流出,且对高学历劳动者影响更大。Chen et al.(2022)则利用中国人口普查数据与五年平均PM_{2.5}浓度,得出类似研究结论:空气污染显著促进了县域人口流出,抑制了人口流入;且受教育水平越高,越容易被空气污染驱离。

值得关注的是,以上文献主要考虑的是人口与劳动力流动,虽然对高受教育水平人口与高技能劳动力分析有所涉及,但没有将人才流动作为核心研究内容,尤其忽视了中国一个潜在的大规模人才流动现象——高考。本文首先经研究证明城市PM_{2.5}浓度显著降低了城市内高校招生分数线,即城市空气污染显著抑制了准大学生报考意愿;并基于逆温强度这一工具变量进行内生性处理,结果稳健。其次,从城市外企进入退出,以及服务业从业人员与高校老师流动角度,探讨了城市吸引力与高校吸引力这两类机制。最后,研究发现空气污染对高校分数线抑制效应存在滞后性与长期性。

与本文最为接近的研究是李明和张亦然(2019),该文基于在校留学生-高校数据集,将风速作为空气污染工具变量,研究发现城市空气污染显著降低了城市内高校在校留学生数量;且相对于政府奖学金留学生,自费留学生受空气污染影响更大。本文与其异同之处在于,二者均探究空气污染对大学生选择的影响,且研究结论相似,即城市空气污染显著抑制了大学生选择意愿。李明和张亦然(2019)关注的是在华留学生选择,本文关注的是高考准大学生选择;准大学生在人才范围上更具代表性与规模性,是分析人才流动与地区人力资本流失的最佳研究对象之一。

本文将城市空气污染数据与2006年至2018年高校招生分数线数据相匹配,经研究发现城市年平均PM2.5浓度显著降低了城市内高校招生分数线,这表明城市空气污染显著抑制了准大学生的报考意愿。对于内生性问题,本文采用文献中常用的逆温作为空气污染水平的工具变量(Arceo et al., 2016; Xue et al., 2021; Chen et al., 2022),结果稳健。在机制分析部分,本文发现城市PM2.5浓度显著抑制了城市外企进入,刺激了服务业从业人员与高校老师流出,从而降低了城市吸引力与高校吸引力。进一步分析表明,空气污染对高校招生分数线的负面影响存在滞后性,大约持续四年之久;而五年平均PM2.5浓度仍对高校招生分数线产生显著负面影响。

本文边际贡献在于:第一,将空气污染、人才流动与高考三个研究方向相结合,通过分析城市空气污染水平对高校招生分数线的影响,探究准大学生地域选择与流动倾向;进一步拓宽了空气污染、人才流动与高考这三个领域的研究边界。第二,大部分现有文献的主要研究对象长期暴露于地区空气污染中,且较少关注高受教育水平与高人力资本群体;而本文关注的是高考背景下准大学生城市选择,研究发现人才在没有长期经历目标城市空气污染的情况下,其选择意愿依然会受到空气污染的显著负面影响。一方面较为精准地识别出人才对空气污染的预期反应,将其与空气污染直接影响相分离;另一方面,也为高受教育水平人口与高人力资本群体对地区负面因素敏感性研究提供坚实证据与新视角。第三,本文同时发现城市空气污染显著刺激区域内高校老师流出,进一步证实了高素质群体对空气污染的高敏感性;也揭示了空气污染对地区人力资本的双重负面效应,即抑制人才流入的同时,也加速地区原有人才流失。第四,本文对空气污染与高校招生分数线的研究,为各级政府制定人才政策、优化地区环境,完善发展体系提供事实基础与现实依据,即城市空气污染显著抑制人才流入,刺激区域内人才流出。各级政府应采取有效的污染防治政策,重视人才综合吸引体系与定居环境建设,打破空气污染与人才流失的恶性循环。

本文后续安排如下:第1部分为文献综述,主要介绍关于空气污染对个体、企业与宏观经济影响的文献。第2部分为数据、变量、模型,介绍本文使用的数据、相关变量构建方法与计量模型。第3部分为实证分析结果,包括基准回归结果、内生性处理与稳健性检验。第4部分为机制分析,从城市吸引力与高校吸引力两个角度探讨可能的机制。第5部分为进一步分析,包括异质性分析和滞后分析与长期分析。最后为结论与启示。

1 文献综述

自工业革命以来,工业生产、烧煤取暖与汽车尾气等活动引致的空气污染

一直影响人类身心健康与社会经济活动。极端空气污染,如致 1.2 万人死亡的 1952 年伦敦烟雾事件,敲响了空气污染这类恶劣环境灾难的警钟(Davis et al., 2002; Polivka, 2018)。令人震惊的是,即使在 1952 年伦敦烟雾事件中只是子宫内暴露(胎儿)和生命早期暴露(婴儿)的个体,长大后哮喘概率也会显著增加(Bharadwaj et al., 2016)。医学期刊《柳叶刀》(*The Lancet*)一篇综述性文献指出,在短期研究和长期研究中都能发现空气污染提高呼吸道和心血管疾病的死亡率与住院人数;即使是非常低的接触水平都可以看到影响(Brunekreef and Holgate, 2002)。除了自然科学,空气污染对人体健康的危害,以及其对人类社会经济活动的负面影响,也已被经济学相关文献从多个角度予以研究。

第一类文献主要关注居民生理、心理健康与死亡率。例如,空气污染增加了美国婴儿死亡率(Chay and Greenstone, 2003; Currie and Neidell, 2005)、美国老年人死亡率(Deryugina et al., 2019),以及墨西哥婴儿死亡率(Arceo et al., 2016);提高居民呼吸道与心脏疾病概率,增加住院费用(Schlenker and Walker, 2016)。此外,PM10 显著加重了美国儿童的呼吸道健康问题,其中低收入家庭儿童所受影响更大(Jans et al., 2018)。Chen et al. (2018)则关注中国居民心理健康,基于中国家庭追踪调查数据,研究发现 PM2.5 显著提高了居民与重度精神疾病相关的可能性,并引起了两百多亿的年度成本。Deschenes et al. (2020)则利用中国健康与营养调查数据,研究发现空气污染显著提高了个体体重指数、超重率和肥胖率;主要原因在于空气污染改变了个体行为,如减少体育活动、步行上班或上学、睡眠时间,并摄入更多的脂肪。He et al. (2020)研究发现中国秸秆焚烧提升 PM2.5 浓度,导致以心肺疾病为主要原因的死亡率增加,其中农村地区中老年人受到的影响最大。此外,空气污染还抑制居民健康需求,恶化居民健康状况(苗艳青和陈文晶,2010);提高居民患病概率,增加医疗费用支出(关楠等, 2021);而空气质量改善则适度降低了印度婴儿死亡率(Greenstone and Hanna, 2014)。

第二类文献涉及个体层面认知与行为。空气污染除了直接危害个体身心健康,还会对个体认识与决策产生影响。代表性研究是 Sager (2019),该文发现空气污染显著提高了英国道路交通事故数量;因为空气污染可能损害司机认知能力,提高攻击性,或降低耐心程度,进而危及安全驾驶。Molina (2021)也发现空气污染抑制个体认知能力,并导致女性教育程度与收入水平降低。罗勇根等 (2019)则发现城市空气污染显著抑制发明人创新活力,降低创新产出;且促使发明人向空气质量较好的地区迁移;关键机制在于空气污染对个体健康和情绪状况产生显著负面影响。令人惊讶的是,空气污染甚至会影响旅客短期旅行决策,Chen et al. (2020)发现目的地空气质量比出发地空气质量越好,航班乘客数量越多。异曲同工的是,空气污染降低居民观影意愿,减少电影的市场份额(He

et al., 2022)。此外,环境污染能影响居民政治态度和信任度(左翔和李明, 2016; Yao et al., 2022);降低学生成绩,并与后期受教育水平与收入负相关(Ebenstein et al., 2016);降低个体工作与产出效率(Zivin and Neidell, 2012; Chang et al., 2016, 2019; He et al., 2019; 陈帅和张丹丹, 2020; Adhvaryu et al., 2022);提高城市犯罪率,尤其是暴力犯罪,因为空气污染导致失眠,损害心理健康,降低生活和社会满意度(李卫兵和张凯霞, 2021);而空气污染改善则能增加工作时间,提高劳动供给(Hanna and Oliva, 2015),提高学生成绩(Stafford, 2015)。

第三类文献则将注意力转移到企业上。绝大多数研究都发现空气污染对企业生产经营的显著负面影响,包括企业库存(李超和李涵, 2017)、劳动力成本(沈永建等, 2019)、产出(He et al., 2019)、人力资本(Xue et al., 2021; 吴超鹏等, 2021)与生产率(李卫兵和张凯霞, 2019; Fu et al., 2021, 2022)等。例如, Xue et al. (2021)首先利用中国百度搜索指数,研究证明人们因担忧空气污染对健康的负面影响而降低到空气污染严重地区的工作意愿。随后基于企业层面数据,研究发现空气污染显著降低企业高管人力资本水平与员工人力资本水平,进而冲击企业生产率与价值。Fu et al. (2022)则将日度高频空气污染数据与年度企业数据相结合,研究发现空气污染不仅降低当地企业劳动生产率,还会通过溢出效应影响到 500 至 1000 公里以外的城市。

空气污染对个体身心健康与企业绩效的负面影响,最终体现在宏观经济衰退,以及人口与劳动力流失方面。对于前者,相关研究发现空气污染显著抑制地区经济增长(陈诗一和陈登科, 2018; Dechezleprêtre et al., 2019)。对于后者,相关研究发现空气污染显著促进人口与劳动力流出,抑制流入(Banzhaf and Walsh, 2008; 孙伟增等, 2019; 李明和张亦然, 2019; 王兆华等, 2021; 李丁等, 2021; Chen et al., 2022)。Hanlon (2020)从燃煤导致空气污染这一角度出发,发现工业用煤显著抑制了 1851 至 1911 年英国城市长期就业和人口增长。而工业烟囱排污与盛行风导致下风向城区人口流失,加剧贫困(Heblich et al., 2021)。谢婷婷和王勇(2022)则利用人口普查与卫星灯光数据,研究发现空气污染显著刺激城市高学历人口流出,进而降低城市人均夜间灯光亮度值与 GDP 增长率。Khanna et al. (2021)则证明技术工人比非技术工人对空气污染更敏感,技术工人从空气污染城市迁离降低了地区生产率和总体经济增长。此外,空气污染还通过健康效应加剧地区内与地区间的不平等(祁毓和卢洪友, 2015);加速了健康资本折旧,提高了医疗成本(王玉泽和罗能生, 2020)。

本文与以上文献不同在于,多数研究空气污染影响的文献所关注的对象,如当地居民、企业与组织等长期暴露在地区空气污染中,因此研究结论混杂了空气污染的直接影响与个体的预期反应。相比之下,由于绝大部分高考生并没

有长期亲历过目标城市空气污染,因此本文研究背景(高考)与数据结构(当期分数线与滞后期空气污染水平),一方面大大减轻了因果识别的内生性问题;另一方面较为准确地识别出空气污染的间接影响,尤其是个体对空气污染的预期反应,即群体即使没有亲身经历过目标城市空气污染,也能够作出理性预期反应,降低向高污染水平城市流动的意愿。

综上,在微观层面,空气污染一方面危害人体身心健康,损害认知能力,加大精神压力,降低工作效率;另一方面,显著抑制企业绩效,造成人力资本流失与生产率损失。在宏观层面,空气污染冲击社会经济活动,刺激人口与劳动力流出,抑制流入。准大学生在面对目标城市高空气污染水平时,可能产生负面健康预期,从而降低报考意愿。此外,目标城市空气污染抑制社会经济活动,可能会降低城市对准大学生的吸引力。因此,本文预期城市空气污染水平会显著降低城市内高校招生分数线。

2 数据、变量与模型

2.1 数据

本文高校数据集主要包括三个部分。第一个是从新浪高考网搜集的 2006 年至 2018 年高校招生分数线数据,包括各年高校在各省市不同科目(文科与理科)不同批次(本科一批、本科二批与本科三批)的平均分数线。考虑到军校与警校有额外招生要求,且考生报考军校与警校的目的可能与报考普通院校不同,因此本文剔除了具有部队、武警和公安背景的院校。此外,还剔除了港澳背景院校。本文对高校招生分数线数据作如下处理:第一,剔除平均分大于北京大学平均分或清华大学平均分的样本。第二,剔除平均分大于 750 分,或平均分小于 200 分的样本。这两步处理主要是为了剔除异常值。第二个是高校科技统计数据,来自教育部发布的 2007 年至 2017 年《高等学校科技统计资料汇编》(后简称高校汇编)。高校汇编提供了高校层面人员、经费、课题与科技成果信息,例如教学与科研人员总数。第三个是教育部发布的《2020 年全国普通高等学校名单》(后简称高校名单)。由于研究期内存在高校改名等情况,本文以高校名单为基准,辅以网络手工收集等方式,确定了高校唯一识别码。此外,高校名单还提供了高校主管部门、所在地与办学性质信息。本文将上述三个高校数据合并,形成一套完整的高校研究数据集。

本文空气污染数据集主要包括三个来源的 PM_{2.5} 数据。三种 PM_{2.5} 数据分别来自达尔豪斯大学大气成分分析组(后简称达大 PM_{2.5})、圣路易斯华盛顿大学大气成分分析组(后简称华大 PM_{2.5})与哥伦比亚大学社会经济数据和应

用中心(后简称哥大 PM2.5)。三者均使用了美国航空航天局(NASA)的气溶胶光学厚度(AOD)卫星数据,前两者将卫星数据与 EOS-Chem 化学传输模型相结合估计 PM2.5 浓度,还使用地面观测数据进行校准。本文主要使用达大 PM2.5 进行实证研究,华大 PM2.5 与哥大 PM2.5 做稳健性检验使用。

逆温数据来自 NASA MERRA2 卫星的 M2I6NPANA 数据集,原始样貌为 6 小时/次(0 点、6 点、12 点与 18 点)采集的全球 42 个气压层次下的气温数据,覆盖全部研究期。本文在城市层面计算了第二层与第一层(地面层)的日平均温度差,如果温度差大于零,则定义为逆温强度;如果温度差小于零,则归于零,即不存在逆温现象。

城市统计数据主要来自 2005 年至 2018 年《中国城市统计年鉴》。城市进出口数据来自 CEIC 数据库。城市气候数据来自中国气象科学数据中心。此外,本文还基于工商注册数据计算了城市层面外企指标。对于部分缺失数据,本文使用前后期平均值进行了补缺。相关变量以 2000 年为基期进行了平减处理。

2.2 变量

本文旨在探究城市空气污染是否会抑制准大学生报考意愿,即地区空气污染是否显著降低了区域内高校招生分数线。由于不同年份、不同省市、不同科目、不同批次使用考卷、判卷力度和招考政策有所不同,为了能跨年份、省市、科目、批次比较各高校招生分数线,本文对高校招生分数在年份-省市-科目-批次层面进行去中心化处理,如式(1)所示:

$$\text{mean_d}_{ipst} = [\text{mean}_{ipst} - \text{average}_{psbt}(\text{mean})] / [\max_{psbt}(\text{mean}) - \min_{psbt}(\text{mean})] \quad (1)$$

其中, i 是高校, p 是招生省市, s 是科目, b 是批次, t 是年份; mean_{ipst} 是高校 i 于 t 年在省 p 科目 s 的平均分数线; $\text{average}_{psbt}(\text{mean})$ 、 $\max_{psbt}(\text{mean})$ 与 $\min_{psbt}(\text{mean})$ 分别是 t 年同一省 p 科目 s 批次 b 不同高校平均分数线的均值、最大值与最小值; mean_d_{ipst} 是高校 i 招生分数在年份-省市-科目-批次层面去中心化后的结果,去中心化处理本质上是对高校分数线进行零均值从小到大排序。

由于各省高考在每年六七月份开始,最迟到九月份完成所有流程,因此考生在报考时考虑的是往期高校所在城市的空气污染水平。对此,本文核心解释变量选取城市年平均 PM2.5 浓度作为地区空气污染水平的替代,并滞后一期。

考生报考会考虑目标城市的空气污染水平,但录取新生要在九月入学后才能直接影响当地社会经济活动,即当期高校招生分数线不会对滞后一期城市空气污染水平产生影响,但滞后一期城市空气污染水平可能会影响考生报考意愿。此外,在读大学生通常不从事工业生产活动,也很少拥有私家车,主要依赖

对空气污染贡献较少的公共交通。因此,本文因果识别面临的内生性问题中的互为因果较弱,主要是遗漏变量与测量误差,尤其是难以控制同时影响考生选择和城市空气污染水平的不可观测因素,例如城市地形环境、气候条件、居民环保意识与政府环保态度等。

对此,本文选取逆温作为空气污染水平,即 PM_{2.5} 浓度的工具变量。逆温是一种气象现象。一般情况下,海拔越高,气温越低,这样高处的冷空气下沉,地面的热空气上浮,形成垂直空间上的空气循环。这种机制带来的空气流动可以缓解地面空气污染程度。但在逆温情况下,海拔越高,气温越高,此时热空气凝聚在上空,冷空气淤积在地表,反而加重了空气污染。逆温现象加剧空气污染已被自然科学文献所证实(Wallace and Kanaroglou, 2009; Gramsch et al., 2014; Czarnecka and Nidzgorska-Lencewicz, 2017; Trinh et al., 2019)。此外,逆温强度作为空气污染水平的工具变量,已在经济学相关领域研究中广泛使用,并证明是有效的,例如婴儿死亡率(Arceo et al., 2016)、儿童生理健康(Jans et al., 2018)、居民心理健康(Chen et al., 2018)、地区经济发展(Dechezleprêtre et al., 2019)、道路交通事故(Sager, 2019)、工人产出(He et al., 2019)、短期旅行决策(Chen et al., 2020)、体重与肥胖(Deschenes et al., 2020)、企业人力资本(Xue et al., 2021)、企业生产率(Fu et al., 2021)和地区人口流动(Chen et al., 2022)等。逆温作为一种气象现象加剧空气污染,满足工具变量的相关性要求,但不直接影响高校招生分数线,满足排他性约束,从而满足工具变量要求。具体地,本文将年平均逆温强度作为 PM_{2.5} 浓度的工具变量。

本文选取了以下控制变量:①滞后一期城市经济发展水平,用人均 GDP 衡量,取对数。②滞后一期城市产业发展水平,包括第二产业增加值份额和第三产业增加值份额。③滞后一期城市收入水平,用职工年平均工资衡量,取对数。④滞后一期公共服务水平,用人均政府财政支出衡量,取对数。⑤滞后一期城市消费水平,用人均社会零售总额衡量,取对数。⑥滞后一期城市贸易开放度,用进出口总额与 GDP 的比值衡量。⑦滞后一期城市天气变量,包括城市年平均风速、年降水量、年平均气温、年平均气压、年日照时数和年平均相对湿度。⑧高校是否进入 211 工程、985 工程、一流大学和一流学科四个二元变量,均滞后一期^①。本文在稳健性检验部分加入更多控制变量,结果稳健。

2.3 模型

本文旨在探究城市空气污染水平是否会影响准大学生报考意愿,即 PM_{2.5}

^①感谢匿名审稿专家对城市天气变量、贸易开放度和高校 211 工程、985 工程与双一流建设控制变量的建议。

浓度是否会降低城市内高校招生分数线。为此,本文设定计量模型如下:

$$\text{mean_d}_{cipsbt} = \alpha + \beta \ln \text{Lpm}2.5_{c,t} + \gamma X + F + \varepsilon_{cit}$$

(2)

其中, mean_d_{cipsbt} 是城市 c 内高校 i 于 t 年在省 p 科目 s 批次 b 的去中心化平均分数线; $\ln \text{Lpm}2.5_{c,t}$ 是高校所在城市滞后一期年平均 PM2.5 浓度对数。向量 X 是一组控制变量,均滞后一期;向量 F 是一组固定效应,包括高校-招生地-科目-批次固定效应 δ_{ipst} 与年份固定效应 μ_t ; ε_{cit} 是随机误差项。除特殊说明外,本文所有回归的标准误均在高校所在城市层面进行聚类,具体参见各表注释。表 1 给出了主要变量的描述性统计。

表 1 描述性统计

变量	含义	观测值	均值	标准差	最小值	最大值
mean_d	去中心化平均分数线	414789	0.0061	0.1934	-0.8798	0.8819
lnLpm	滞后一期达大 PM2.5 浓度对数	414789	3.8331	0.4053	1.1415	4.7016
lnLrgdp	滞后一期人均 GDP 对数	414789	10.3028	0.6013	8.0749	12.5234
Lsecond	滞后一期二产产值百分比	414789	46.9311	11.8155	10.0000	80.6050
Lthird	滞后一期三产产值百分比	414789	45.6593	9.5852	14.9500	85.9200
lnLwage	滞后一期职工年平均工资对数	414789	10.3557	0.4192	8.9262	12.4143
lnLrgfe	滞后一期人均政府支出对数	414789	8.2604	0.6827	5.9667	11.0026
lnLrcom	滞后一期人均消费额对数	414789	9.5469	0.6808	5.7996	11.5550
tradeopen	滞后一期贸易开放度	414789	0.0040	0.0047	0.0000	3.4995
Lwind	滞后一期年平均风速	414789	2.2065	0.5015	0.9705	4.4836
Lrain	滞后一期年降水量	414789	987.1748	440.0765	228.6030	2603.1820
Ltemp	滞后一期年平均气温	414789	14.5146	4.5106	-1.0851	26.3762
Latm	滞后一期年平均气压	414789	979.2366	49.2196	631.5363	1016.9260
Lsun	滞后一期年日照时数	414789	1962.8380	454.7009	741.8456	3204.4200
Lhum	滞后一期年平均相对湿度	414789	68.1504	8.2020	36.2251	88.3493
L985	滞后一期是否加入 985 工程	414789	0.0508	0.2195	0	1
L211	滞后一期是否加入 211 工程	414789	0.1446	0.3517	0	1
Lfcc	滞后一期是否加入一流高校建设	414789	0.0022	0.0474	0	1
Lfcs	滞后一期是否加入一流学科建设	414789	0.0036	0.0598	0	1
Ltemin	滞后一期年平均逆温强度	414789	0.2847	0.1732	0	1.0693

3 实证分析结果

3.1 基准回归结果

表 2 报告了基准回归结果。第(1)列将城市滞后一期 PM2.5 浓度对数 $\ln \text{Lpm}$ 对地区内高校去中心化招生平均分数线 mean_d 进行回归,并加入高校

固定效应；第(2)列在第(1)列基础上额外加入了控制变量。可见，城市滞后一期 PM2.5 浓度显著降低了地区内高校招生平均分数线。第(3)和第(4)列与前两列相似，额外控制了年份固定效应。第(5)和第(6)列则将高校固定效应替换为高校-招生地-科目-批次固定效应。可见，核心解释变量 $\ln Lpm$ 系数依旧在 1%统计水平上显著为负。这表明空气污染显著抑制了准大学生报考意愿，即准大学生更不愿意报考空气污染严重城市的院校。本文将第(6)列作为后续回归基准规范。

表 2 基准回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	mean_d					
$\ln Lpm$	-0.0421 *** (0.00811)	-0.0302 *** (0.00715)	-0.0185 *** (0.00675)	-0.0213 *** (0.00702)	-0.0344 *** (0.00723)	-0.0330 *** (0.00661)
控制变量	否	是	否	是	否	是
高校固定效应	是	是	是	是	否	否
年份固定效应	否	否	是	是	是	是
高校-招生地-科目- 批次固定效应	否	否	否	否	是	是
样本量	414789	414789	414789	414789	414789	414789
R^2	0.448	0.452	0.450	0.453	0.763	0.764

注：括号内为高校所在城市层面聚类的标准误；招生地为高校招生省市，即考生所在省市；***、**和*分别表示在 1%、5%和 10%的置信水平上显著。因篇幅原因，未报告控制变量结果，留存备案。除特殊说明外，下表同。

3.2 内生性处理与稳健性检验

为了解决内生性问题，本文选取逆温强度作为 PM2.5 浓度的工具变量，进行两阶段最小二乘回归，结果如表 3 所示。第(1)列加入了高校-招生地-科目-批次固定效应与年份固定效应，第(2)列在第(1)列基础上进一步加入了所有控制变量。先看第一阶段回归结果，可见城市滞后一期年逆温强度显著提高了城市滞后一期年 PM2.5 浓度，这符合预期。再看第二阶段回归结果，可见城市滞后一期 PM2.5 浓度显著降低了城市内高校招生平均分数线。有研究发现，白天逆温可能会减少 PM2.5 浓度，且这种减少主要发生在夏季 (Wallace and Kanaroglou, 2009)。为了检验逆温强度作为 PM2.5 浓度工具变量的稳健性，本文在计算年平均逆温强度时，分别剔除了 12 点的卫星观测值，以及夏季(6 至 8 月份)的卫星观测值，回归结果分别如第(3)、第(4)列与第(5)、第(6)列所示。可见，结果稳健。由 Kleibergen-Paap rk LM 统计量 p 值可知，所有回归均通过了

不可识别检验;此外,第一阶段回归 F 值均大于 10,从而排除了弱工具变量可能。因此,本文选取的工具变量是有效的。表 3 各列核心解释变量回归系数大约是同规范 OLS 估计效应的 2 倍。这表明,如果忽视内生性问题,基准回归估计将低估城市空气污染水平对城市内高校招生平均分数线的抑制效应,即低估了城市空气污染水平对考生报考意愿的抑制强度。

表 3 两阶段最小二乘法回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
第二阶段	mean_d					
lnLpm	-0.0580** (0.0255)	-0.0547*** (0.0200)	-0.0624** (0.0254)	-0.0558*** (0.0199)	-0.0573** (0.0241)	-0.0516*** (0.0189)
KP rk	5.398 [0.0202]	6.793 [0.0092]	5.655 [0.0174]	7.027 [0.008]	5.798 [0.016]	7.105 [0.0077]
样本量	414789	414789	414789	414789	414789	414789
R^2	0.001	0.005	0.001	0.005	0.001	0.005
第一阶段	lnLpm					
Ltemin	0.649*** (0.161)	0.705*** (0.142)	0.525*** (0.129)	0.581*** (0.117)	0.515*** (0.113)	0.547*** (0.0983)
一阶段 F 值	16.21	12.47	16.51	12.09	20.88	12.65
样本量	414789	414789	414789	414789	414789	414789
R^2	0.932	0.940	0.932	0.940	0.932	0.940
控制变量	否	是	否	是	否	是
高校-招生地-科目- 批次固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是

注:KP rk 是 Kleibergen-Paap rk LM 统计量,方括号内为不可识别检验 p 值,***、**和*分别表示在 1%、5%和 10%的置信水平上显著,括号内为高校所在城市层面聚类的标准误。

表 4 报告了稳健性检验结果第一部分。第(1)列和第(2)列将核心解释变量的达大 PM2.5 浓度对数分别替换为哥大 PM2.5 浓度对数和圣大 PM2.5 浓度对数。可见,不同来源的空气污染数据均对高校招生平均分数线产生显著负面影响。第(3)列将回归在更严格的省级层面进行聚类;可见,标准误差有所上升(0.00661→0.00745),但核心解释变量系数仍在 1%水平上显著。本文核心因果关系可能是由那些空气污染严重且高等教育资源丰富的城市所驱动的,而非普遍现象。考虑到我国北方空气污染更为严重,第(4)列剔除了北京市、天津市与西安市这三个北方高等教育重镇城市的样本,可见核心解释变量系数仍在 1%统计水平上显著。本文发现的空气污染对高校招生分数线的负面影响,可能是由于地方环境治理不善,即城市环境治理水平较低同时导致严重的空气污

染与较低的分分数线。对此,本文提出采用基于城市政府工作报告的词频分析方法来测量地方政府对环境治理的重视程度。具体地,将环境保护(如环境保护、环保、污染防治等)与环境污染(如污染、环境污染、PM2.5 等)相关关键词数量占政府工作报告总词数的比例,作为地方政府对环境治理重视程度的衡量指标,并作为控制变量加入回归,结果如第(5)列所示。第(6)列则加入了更多高校层面控制变量,包括高校专著数对数、论文数对数与奖项数对数。可见,核心解释变量稳健。

表 4 稳健性检验结果 I

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	mean_d					
lnLpm	-0.0299*** (0.00756)	-0.0438*** (0.0104)	-0.0330*** (0.00745)	-0.0288*** (0.00642)	-0.0355*** (0.00677)	-0.0343*** (0.00566)
控制变量	是	是	是	是	是	是
高校-招生地-科目- 批次固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
样本量	400470	414789	414789	357540	402352	244695
R ²	0.766	0.764	0.764	0.743	0.767	0.815

注:第(3)列括号内为高校所在省市层面聚类的标准误;其余各列括号内为高校所在城市层面聚类的标准误,***、**和*分别表示在 1%、5%和 10%的置信水平上显著。

表 5 报告了稳健性检验结果第二部分。国家大气污染专项项目首席科学家张小曳接受采访表示,人类活动对逆温现象也有影响:人类排放的污染物集中在低层大气,加剧逆温,逆温又加剧污染,形成恶性循环^①。废气排放可能同时加剧逆温现象,降低城市对准大学生的吸引力,那么逆温现象作为空气污染的工具变量,将高估核心效应。对此,本文在基准回归和工具变量法回归中,额外控制滞后一期城市废气排放强度指标(城市年工业二氧化硫排放量与工业烟粉尘排放量和行政区面积的比值,均取对数),以控制人类排放活动的干扰,结果分别见表 5 第(1)列和第(2)列^②。可见,表 5 第(1)列和第(2)列结果与其对应的表 2 第(6)列和表 3 第(2)列结果差异很小(-0.0335 和 -0.0330, -0.0557 和 -0.0547);因此,本文核心结果受该可能性的干扰较小。如果城市空气污染降低了区域内高校对准大学生的吸引力,高校可能改变自己的招生策略,如减少在某省某科目某批次的招生规模。由于新浪高考网没有各高校招生计划数据,本文不能直接予以控制。对此,本文将高校-招生地-科目-批次-年份

① 相关链接:http://www.xinhuanet.com/politics/2017-01/07/c_1120262575.htm。

② 第(1)列是控制了城市废气排放强度指标的基准规范回归结果,第(2)列是工具变量法回归结果;工具变量法回归结果具体信息,如一阶段回归结果,见附表 1。

层面分数线简单平均到高校-科目-批次-年份层面,再进行回归,结果如第(3)列所示。该方法的思路是,将样本信息转化到高校-科目-批次层面,尽量降低高校对招生地招生策略内生变化的干扰。由于本文不能直接控制高校招生计划,难以从根本上解决这个问题。因此,本文核心估计效应是基于高校招生策略和考生报考策略不变这一假设。此外,由于高校招生策略与考生报考策略可能内生变化,本文核心结论的外部有效性较弱,应谨慎外推至所有准大学生报考与高校招生情况。由于城市区位可能同时影响空气质量与准大学生报考,第(4)列在基准规范中额外控制了年份-经度固定效应和年份-纬度固定效应。第(5)列在第(4)列基础上,进一步控制了年份-招生地-科目-批次固定效应,以控制各省文理科在不同批次上的年度差异。可见,结果均稳健^①。

表 5 稳健性检验结果 II

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	mean_d				
lnLpm	-0.0335 *** (0.00655)	-0.0557 *** (0.0200)	-0.0222 *** (0.00801)	-0.0463 *** (0.00819)	-0.0467 *** (0.00901)
控制变量	是	是	是	是	是
高校-招生地-科目-批次固定效应	是	是		是	是
高校-科目-批次固定效应			是		
年份固定效应	是	是	是		
年份-经度固定效应				是	是
年份-纬度固定效应				是	是
年份-招生地-科目-批次固定效应					是
样本量	412480	412480	36882	414783	414777
R ²	0.765	0.005	0.683	0.775	0.793

注:***、**和* 分别表示在 1%、5%和 10%的置信水平上显著,括号内为高校所在城市层面聚类的基本标准误。

最后,本文对清洗方法进行稳健性检验,结果如表 6 所示。第(1)列报告了对核心解释变量进行首尾 1%截尾处理的回归结果。第(2)列和第(3)列逐步放松了第二节中的清洗步骤。第(2)列没有剔除平均分大于 750,或者平均分小于 200 的样本;第(3)列在第(2)列基础上,没有剔除平均分大于北京大学平均分或清华大学平均分的样本。第二节中第二步清洗步骤是保留平均分在 [200,750] 范围内的样本,第(4)列与第(5)列则进行更为更严格的处理。前者将区间缩小为 [300,700],后者对平均分进行首尾 1%的截尾处理^②。可见,本

①感谢匿名审稿专家对稳健性检验中人类活动影响逆温现象、高校招生策略内生变化、控制年份-经度固定效应和年份-纬度固定效应的建议。

②第(4)列与第(5)列处理虽然剔除了异常值,但也可能过度排除了顶部考生和底部考生的选择信息。二者比基准回归分别少约 0.2 万和 0.8 万的样本量,但依旧在 1%统计水平上显著。

文数据清洗方法并不干扰最终估计的显著性,结果均稳健。

表 6 更改数据清洗过程

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	mean_d				
lnLpm	-0.0324 *** (0.00669)	-0.0326 *** (0.00655)	-0.0329 *** (0.00652)	-0.0332 *** (0.00672)	-0.0339 *** (0.00688)
控制变量	是	是	是	是	是
高校-招生地-科目-批次固定效应	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是
样本量	406546	415343	416622	413201	407600
R ²	0.765	0.764	0.766	0.765	0.764

注：***、**和*分别表示在1%、5%和10%的置信水平上显著,括号内为高校所在城市层面聚类标准误。

4 机制分析

由前文研究结果可知,城市空气污染显著降低区域内高校招生分数线。一方面,可能是由于准大学生预期到目标城市空气污染的负面健康效应;另一方面,空气污染可能对城市社会经济活动与高校产生负面影响,进而降低城市与高校对准大学生的吸引力。如文献综述所示,负面健康效应早已被相关研究所证实。因此,本节将重点关注经济因素,从城市吸引力和高校吸引力两个角度,探讨空气污染降低高校招生分数线的可能机制。具体地,遵循本文研究主题与思路,从空气污染的驱离效应入手,探究空气污染是否驱离城市外企、服务业从业人员与高校老师。

4.1 城市吸引力

从考生角度来看,城市吸引力可能体现在工作、教育、医疗、基础设施与服务业水平等;而已有研究发现空气污染会促进地区人口流出,抑制人口流入(Chen et al., 2022)。那么,空气污染是否会通过减少高价值就业与驱离服务业从业人员,进而降低城市对准大学生的吸引力?对于高价值就业,本文将注意力集中在外企上^①。外企是我国求职市场上的热门目标,尤其对大学生具有很

^① 例如,第一财经周刊于2013年6月13日发表《霾月之后,北京“老外”的权衡水》一文,提及不少外籍员工因空气污染而离开中国。虽然不能将外籍员工离开等同于外企撤离,但仍为本文研究提供一定思路,即空气污染是否抑制了外企进入,加速了外企退出。相关链接:<https://www.yicai.com/news/2777054.html>。

强的吸引力^①。为了精准测度城市外企规模,本文参考 Shi et al. (2021) 的思路,基于企业工商注册数据,构建城市层面外企流量指标,以探究城市空气污染对外企进入退出的影响,结果如表 7 所示。本文关注的是企业数 $Lfirmnum$ 与实收资本,其中实收资本分为外企总实收资本 $Lcapital1$ 和外企中外方实收资本 $Lcapital2$ 。前三列是外企成立,即进入情况。可见,城市 $PM2.5$ 浓度显著减少了成立外企的企业数、总实收资本与外方实收资本。这意味着,空气污染显著抑制了外企进入。后三列是外企注销,即退出情况。可见,城市 $PM2.5$ 浓度显著提高了外企退出的外方实收资本。此外,虽然城市 $PM2.5$ 浓度对外企退出的企业数与总实收资本影响不显著,但符号均为正。这表明,空气污染总体促进了外企退出。该结果还暗示,空气污染刺激了那些外方持资比例较高的外企退出。

表 7 城市外企进入与退出

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	成立			退出		
	$\ln Lfirmnum$	$\ln Lcapital1$	$\ln Lcapital2$	$\ln Lfirmnum$	$\ln Lcapital1$	$\ln Lcapital2$
$\ln Lpm$	-0.316 *** (0.1000)	-1.327 *** (0.439)	-1.522 ** (0.627)	0.312 (0.255)	0.808 (0.525)	0.762 * (0.411)
控制变量	是	是	是	是	是	是
城市固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
样本量	2874	2874	2874	2874	2874	2874
R^2	0.907	0.764	0.698	0.701	0.591	0.538

注:被解释变量是利用工商注册数据加总到城市层面的外企指标,均取对数,***、**和*分别表示在1%、5%和10%的置信水平上显著,括号内为高校所在城市层面聚类的标准误。

表 8 报告了城市滞后一期 $PM2.5$ 浓度对数对滞后一期服务业从业人员数量对数的回归结果。A 组是交通与商业服务,第(1)至(6)列分别为交通运输仓储和邮政业、住宿和餐饮业、信息传输计算机服务和软件业、金融业、房地产业,以及租赁和商业服务业。可见,除了信息软件业和金融业,城市空气污染显著降低了交通与商业服务各行业从业人员规模。类似地,B 组是公共服务,第(1)至(6)列分别为水利环境和公共设施管理业、居民服务修理和其他服务业、教育业、卫生社会保障和社会福利业、文化体育娱乐业,以及公共管理和社会组织业。可见,城市空气污染显著降低了公共服务各行业从业人员规模。城市空气污染显著降低服务业从业人员规模,一方面相关从业者可能出于健康考虑迁出

^① 例如,查阅历年《Universum 中国大学生职业倾向调查》可以发现,在大学生理想雇主排名中,跨国公司一直占据较多的名额与较高的排名。虽然跨国公司不能与外企视同,但从侧面反映出外企对大学生强大的吸引力。

城市。另一方面,空气污染抑制了城市社会经济活动,降低了城市经济增长(陈诗一和陈登科,2018;谢婷婷和王勇,2022),尤其可能抑制了居民对服务业服务的需求,降低了城市服务业岗位供给。对于准大学生而言,空气污染显著降低服务业从业规模意味着:第一,降低了城市服务业吸引力。因为行业从业人员规模越大,越有可能降低居民服务搜寻成本,从而带来规模效应与竞争效应。第二,降低了大学生毕业后在服务业就业的可能性。

表 8 服务业从业人员规模

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
A	交通与商业服务					
	交通仓储邮政	住宿餐饮	信息软件	金融	房地产	租赁商业
lnLpm	-0.242 *** (0.0637)	-0.372 *** (0.112)	0.0625 (0.0678)	-0.0679 (0.0443)	-0.188 * (0.0980)	-0.335 ** (0.129)
控制变量	是	是	是	是	是	是
城市固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
样本量	2874	2874	2874	2874	2874	2874
R ²	0.937	0.892	0.910	0.944	0.920	0.886
B	公共服务					
	水利与公共设施	居民服务修理	教育	卫生与社会福利	文化体育娱乐	公共管理和 社会组织
lnLpm	-0.120 ** (0.0470)	-0.500 *** (0.186)	-0.0914 *** (0.0255)	-0.113 *** (0.0310)	-0.189 *** (0.0721)	-0.0621 ** (0.0304)
控制变量	是	是	是	是	是	是
城市固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
样本量	2874	2828	2874	2874	2874	2874
R ²	0.933	0.778	0.969	0.967	0.932	0.969

注:被解释变量均是该行业从业人数总数,取对数。例如 A 交通与商业服务中第(1)列交通仓储邮政是城市交通运输仓储和邮政业从业人员数对数,***、**和*分别表示在 1%、5%和 10%的置信水平上显著,括号内为高校所在城市层面聚类的标准误。

综上,一方面,空气污染抑制城市外企进入,促进外企退出。另一方面,空气污染也降低了城市服务业从业人员规模。这两方面都会减少准大学生对目标城市就业的预期,进而抑制城市对准大学生的吸引力,降低城市内高校招生平均分线。

4.2 高校吸引力

有研究发现,人口受教育水平越高,越容易被地区空气污染驱离(孙伟增

等,2019;谢婷婷和王勇,2022;Chen et al.,2022)。例如,谢婷婷和王勇(2022)研究发现城市空气污染显著降低了人均受教育年限,尤其是显著刺激大学及以上学历人口流出。而高校是高学历人员密集的地方,那么城市空气污染是否也刺激了高校人员流失?本文从2007至2017年《高等学校科技统计资料汇编》中整理出高校科技人员信息,探究城市PM2.5浓度对区域内高校人员的影响,表9报告了城市滞后一期PM2.5浓度对数对滞后一期高校师资对数的回归结果。可见,空气污染显著降低了城市内高校人员数量,包括各类教学与科研人员,以及研究与发展人员。

表 9 高校吸引力——师资与研究力量

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	教学与科研			研究与发展			
	总数	科学家与 工程师	高级职称	总数	科学家与 工程师	高级职称	全时当量
lnLpm	-0.0874 *** (0.0304)	-0.0820 *** (0.0292)	-0.0934 *** (0.0272)	-0.172 *** (0.0646)	-0.173 *** (0.0644)	-0.105 ** (0.0506)	-0.174 *** (0.0647)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是
高校固定效应	是	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是
样本量	7657	7657	7657	7657	7657	7657	7656
R ²	0.983	0.983	0.978	0.932	0.932	0.946	0.933

注:第(1)~(3)列均是教学与科研人员,前者是总数,中间是教学与科研中科学家与工程师总数,后者是教学与科研中有高级职称的科学家与工程师总数。类似地,第(4)~(6)列均是研究与发展人员,前者是总数,中间是研究与发展中科学家与工程师总数,后者是研究与发展中有高级职称的科学家与工程师总数。第(7)列是全时当量研究与发展人员总数。均取对数,***、**和*分别表示在1%、5%和10%的置信水平上显著,括号内为高校所在城市层面聚类的标准误。

空气污染降低高校师资规模,一方面可能由于大部分高校老师与研究人员是高受教育水平人群,本身对空气污染极为敏感,导致高校老师因空气污染而迁出城市,或者不愿意到空气污染严重城市的高校任职。另一方面,空气污染抑制城市经济发展,可能减少高校从政府与企业处获得的经费与课题,既降低了高校对老师的吸引力,也抑制了高校岗位供给能力。为此,本文也探究了城市PM2.5浓度对高校经费与课题的影响,作为该可能性的佐证,结果如附表2所示。可见,空气污染显著降低了高校拨入经费。此外,空气污染还显著减少了高校课题经费拨入额,也对课题总数产生不显著的负面影响。这暗示空气污染降低了高校获得课题的平均经费规模,如果课题经费与课题层次正相关,那么该结果还暗示空气污染降低了高校课题整体层次。

综上,空气污染显著刺激了高校老师与研究人员流失。考虑到师资规模是

高校实力与吸引力的重要体现,准大学生可能倾向于报考师资雄厚的高校。因此,空气污染通过抑制高校师资规模,降低高校吸引力,进而减少高校招生分数线。此外,经费与课题也是高校实力的重要组成部分,附表 2 结果暗示空气污染也可能通过减少高校经费与课题规模,进而降低高校吸引力。

5 进一步分析

5.1 异质性分析

表 10 是招生分组回归结果。前两列是招生科目分组,可见城市 PM2.5 浓度均显著降低了城市内高校文科与理科招生平均分数线。后三列是招生批次分组,可见城市 PM2.5 浓度显著降低了城市内高校本科一批和本科二批的招生平均分数线,对本科三批的招生平均分数线影响为负但不显著。本文认为本科三批受空气污染不显著的负面影响,有三种可能的解释。第一,第三批次招生的院校整体层次较低,考生可能更多考虑院校、专业和距离,降低了对空气污染的考量权重。第二,本科三批多是本省高校招生,考生报考省内院校时,可能不会过多考虑目标城市特征,考生毕业后回家乡或去往省会和一线城市的可能性更大。第三,报考本科三批的考生高考整体成绩不高,背后可能意味着考生和家长对信息收集和整理能力较弱,报考时对城市和高校评估不准,存在随机填报和就近填报等现象。事实上,有研究发现信息鸿沟与信息劣势等是造成考生决策失误的重要原因,例如填报和被录取到低经济回报率专业(丁延庆等,2021),以及第一志愿与院校错配(Wu and Zhong,2020)。

表 10 招生分组

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	文科	理科	本科一批	本科二批	本科三批
lnLpm	-0.0362 *** (0.00720)	-0.0309 *** (0.00680)	-0.0461 *** (0.00857)	-0.0323 *** (0.00657)	-0.0179 (0.0175)
控制变量	是	是	是	是	是
高校-招生地-科目-批次固定效应	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是
样本量	181235	233554	111017	215034	88738
R ²	0.736	0.787	0.895	0.756	0.600

注:***、**和*分别表示在 1%、5%和 10%的置信水平上显著,括号内为高校所在城市层面聚类的基本标准误。

表 11 是高校分组回归结果。前两列是高校办学类型分组,可见城市 PM2.5 浓度显著降低了公办院校的招生平均分数线,对民办院校招生平均分数线影响为负但不显著。第(3)和第(4)列分别是主体院校与独立院校回归结果,可见

城市 PM2.5 浓度显著降低了主体高校的招生平均分数线,对独立学院招生平均分数线影响为负但不显著。一个可能的解释是,考生为了报考独立学院,可以忍受目标城市空气污染,因为独立学院可以获得其主体高校的资源与声望。最后三列是高校主管部门分组,可见城市 PM2.5 浓度均显著降低了部属高校与省属高校的招生平均分数线。

表 11 高校分组

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	公办	民办	主体高校	独立学院	部属	省属	其他
lnLpm	-0.0342 *** (0.00586)	-0.0218 (0.0164)	-0.0358 *** (0.00651)	-0.0215 (0.0192)	-0.0233 ** (0.0105)	-0.0342 *** (0.00609)	-0.0206 (0.0157)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是
高校-招生地-科目-批次固定效应	是	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是
样本量	310599	105182	346338	70938	58702	251807	106668
R ²	0.801	0.641	0.786	0.647	0.878	0.760	0.639

注:独立院校是具有 XX 大学 YY 学院命名特征的院校;部属高校是主管部门为中央部委的院校。省属院校是主管部门为各省市政府的院校;其他院校主要是主管部门为省教育厅或直辖市教委的院校,***、**和*分别表示在 1%、5%和 10%的置信水平上显著,括号内为高校所在城市层面聚类的标准误。

5.2 滞后分析与长期分析

以上分析都是将滞后一期城市空气污染水平对区域内高校招生分数线进行回归,即研究高考前一年目标城市空气污染水平对高校招生分数线的影响。那么高考前两年,甚至更长时间年份前的空气污染水平也会降低高校招生分数线吗?为了探究空气污染对高校招生分数线的滞后效应,本文将滞后一期到滞后五期的城市 PM2.5 浓度对数分别对高校招生平均分数线进行回归,结果如表 12 所示。前五列分别是滞后一期到滞后五期 PM2.5 浓度的单独回归结果,可见滞后一期至滞后四期的城市 PM2.5 浓度显著降低了区域内高校招生平均分数线;滞后五期的城市 PM2.5 浓度对分数线影响不显著。第(6)列则将所有滞后 PM2.5 变量放到一个方程中回归,可见滞后一期至滞后四期的城市 PM2.5 浓度仍然显著降低了区域内高校招生平均分数线。

表 12 滞后分析

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	mean_d					
lnLpm	-0.0330 *** (0.00661)					-0.0198 *** (0.00516)

续表						
变 量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	mean_d					
lnL2pm		-0.0382 ^{***} (0.00663)				-0.0261 ^{***} (0.00544)
lnL3pm			-0.0285 ^{***} (0.00559)			-0.0168 ^{***} (0.00470)
lnL4pm				-0.0179 ^{***} (0.00663)		-0.0109 [*] (0.00566)
lnL5pm					0.00138 (0.00518)	0.00221 (0.00436)
控制变量	是	是	是	是	是	是
高校-招生地-科目- 批次固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
样本量	414789	414789	414789	414789	414789	414789
R ²	0.764	0.764	0.764	0.764	0.764	0.765

注：***、**和*分别表示在1%、5%和10%的置信水平上显著,括号内为高校所在城市层面聚类标准误。

考虑到空气污染可能存在长期效应,例如受空气污染驱动的人口流失以及经济抑制效应可能需要较长时间才能显著表现;城市空气污染水平可能由于地理环境、产业结构与居民汽车消费等因素,存在长期惯性。此外,准大学生对目标城市空气污染整体认识也可能是长期性的。因此,本文进行了长期分析。具体地,计算城市滞后两年内到滞后五年内的平均PM2.5浓度对数作为核心解释变量,回归结果如表13所示。前四列是简单平均,各期权重均为1。考虑到时期越近,空气污染影响越大,因此后四列为加权平均,各期权重为时期的逆序数,具体解释见表注。对于简单平均与加权平均,空气污染的长期负面效应均有逐渐加强的趋势。

表 13 长期分析

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	简单平均				加权平均			
	两期	三期	四期	五期	两期	三期	四期	五期
lnLpm	-0.0530 ^{***} (0.00914)	-0.0648 ^{***} (0.0110)	-0.0743 ^{***} (0.0131)	-0.0765 ^{***} (0.0147)	-0.0492 ^{***} (0.00868)	-0.0604 ^{***} (0.0102)	-0.0688 ^{***} (0.0115)	-0.0752 ^{***} (0.0127)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是	是
高校-招生地-科目-批次固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是

续表								
变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	简单平均				加权平均			
	两期	三期	四期	五期	两期	三期	四期	五期
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是	是
样本量	414789	414789	414789	414789	414789	414789	414789	414789
R^2	0.764	0.765	0.765	0.764	0.764	0.764	0.765	0.765

注：两期是指滞后一期与滞后两期的平均值，三期是指滞后一期、滞后两期与滞后三期的平均值，依此类推。简单平均是指各期权重均为 1。加权平均是指各期权重为其时期的逆序数，例如对两期加权平均，滞后一期与滞后两期的权重分别为 2 和 1；对三期加权平均，滞后一期、滞后两期与滞后三期的权重分别为 3、2 和 1，依此类推，***、** 和 * 分别表示在 1%、5% 和 10% 的置信水平上显著，括号内为高校所在城市层面聚类的标准误。

以上发现表明，城市空气污染对高校招生分数线的负面影响是长期的，绝非短期现象。四年前空气污染水平显著降低城市内高校招生分数线，滞后五年内的城市平均空气污染水平仍然会显著降低高校招生分数线。

6 结论与启示

本文从高考招生与准大学生报考选择视角入手，研究城市空气污染是否会影响准大学生区域选择。基于 2006 年至 2018 年高校招生分数线数据，结合高校科技统计数据与城市空气污染数据，本文实证研究发现，城市 PM2.5 浓度显著降低了城市内高校招生分数线，这意味着城市空气污染显著抑制了准大学生报考意愿。该结论在内生性处理与多种稳健性检验下均成立。机制分析结果表明，城市 PM2.5 浓度显著抑制了外企进入，刺激服务业从业人员与高校老师流出，从而降低了城市吸引力与高校吸引力。进一步分析结果表明，城市空气污染对高校招生分数线的抑制效应是长期存在的，大约持续四年之久，且五年平均 PM2.5 浓度也显著抑制了准大学生的报考意愿。

空气污染危害居民身心健康，冲击宏观经济发展，引起社会各界的广泛关注。学界也早已开展相关研究，其中热点之一是空气污染对人口与劳动力流动的影响。同时，各地区对人才愈发重视，不断推出人才政策，力争赢得“抢人大战”。但现有研究主要关注的是人口与劳动力流动，较少研究空气污染如何影响人才地域选择与流动。本文在此种背景下，基于高校招生分数线数据集与城市污染数据，研究证明城市空气污染显著抑制准大学生报考意愿，即城市 PM2.5 浓度显著降低了区域内高校招生分数线，这拓展了相关问题与研究的边界，并提供新的视角。本文启示在于，城市空气污染显著抑制准大学生流入的同时，还加速了高校老师流出，造成了严重的人力资本流失问题。相应地，人力资本

流失又恶化地区发展环境,使城市陷入空气污染与人才流失的恶性循环。这一方面提醒地方政府,应全面认识吸引人才的复杂性与困难性,系统性提出应对措施,科学制定人才培养与吸引政策;同时将经济发展思路从粗放式发展转向高质量发展,完善污染防治体系,坚持“绿水青山就是金山银山”的发展理念,提高城市综合吸引力。另一方面也提示相关学者高考人才流动等研究领域的重要性。

附录

附表 1 正文表 5 第(2)列补充内容

变量	(1)	(2)
	第一阶段 lnLpm	第二阶段 mean_d
lnLpm		-0.0557*** (0.0200)
Ltemin	0.702*** (0.143)	
KP rk		6.764 [0.0093]
一阶段 F 值	11.88	
控制变量	是	是
高校-招生地-科目-批次固定效应	是	是
年份固定效应	是	是
样本量	412480	412480
R ²	0.939	0.005

注：***、**和*分别表示在 1%、5%和 10%的置信水平上显著,括号内为高校所在城市层面聚类标准误。

附表 2 高校经费与课题

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	科技 总经费	拨入 经费	政府 拨入	企事业 拨入	其他 拨入	科技 课题	课题经费 拨入
lnLpm	-0.0701 (0.0877)	-0.148* (0.0787)	-0.173** (0.0829)	-0.200 (0.245)	-0.416 (0.276)	-0.113 (0.0687)	-0.173* (0.0938)
控制变量	是	是	是	是	是	是	是
高校固定效应	是	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是	是
样本量	7077	7657	7657	7657	7657	7657	7657
R ²	0.953	0.950	0.950	0.855	0.751	0.958	0.952

注：被解释变量是高校经费拨入与课题规模,均取对数,***、**和*分别表示在 1%、5%和 10%的置信水平上显著,括号内为高校所在城市层面聚类标准误。

参考文献

- 陈帅, 张丹丹. 2020. 空气污染与劳动生产率——基于监狱工厂数据的实证分析[J]. 经济学(季刊), 19(4): 1315-1334.
- Chen S, Zhang D D. 2020. Impact of air pollution on labor productivity: Evidence from a prison factory data[J]. *China Economic Quarterly*, 19(4): 1315-1334. (in Chinese)
- 陈诗一, 陈登科. 2018. 雾霾污染、政府治理与经济高质量发展[J]. 经济研究, 53(2): 20-34.
- Chen S Y, Chen D K. 2018. Air pollution, government regulations and high-quality economic development [J]. *Economic Research Journal*, 53(2): 20-34. (in Chinese)
- 丁延庆, 杜立珍, 李伟, 等. 2021. 信息干预对高考志愿专业选择的影响——来自大规模随机实验的证据[J]. 经济学(季刊), 21(6): 2239-2262.
- Ding Y Q, Du L Z, Li W, et al. 2021. The impact of informational interventions on college-major choice: Evidence from a large-scale randomized experiment[J]. *China Economic Quarterly*, 21(6): 2239-2262. (in Chinese)
- 关楠, 黄新飞, 李腾. 2021. 空气质量与医疗费用支出——基于中国中老年人的微观证据[J]. 经济学(季刊), 21(3): 775-796.
- Guan N, Huang X F, Li T. 2021. Air quality and health care expenditure: Evidence from Chinese middle-aged and elderly samples [J]. *China Economic Quarterly*, 21(3): 775-796. (in Chinese)
- 李超, 李涵. 2017. 空气污染对企业库存的影响——基于我国制造业企业数据的实证研究[J]. 管理世界, (8): 95-105.
- Li C, Li H. 2017. The effect of air pollution on enterprise inventory: Empirical research based on Chinese manufacturing enterprise data [J]. *Journal of Management World*, (8): 95-105. (in Chinese)
- 李丁, 张艳, 马双, 等. 2021. 大气污染的劳动力区域再配置效应和存量效应[J]. 经济研究, 56(5): 127-143.
- Li D, Zhang Y, Ma H, et al. 2021. The regional relocation effect and the stock effect on labors of air pollution[J]. *Economic Research Journal*, 56(5): 127-143. (in Chinese)
- 李明, 张亦然. 2019. 空气污染的移民效应——基于来华留学生高校-城市选择的研究[J]. 经济研究, 54(6): 168-182.
- Li M, Zhang Y R. 2019. The effect of air pollution on migration: A study based on the choice of university city by international students in China [J]. *Economic*

- Research Journal*, 54(6): 168-182. (in Chinese)
- 李卫兵, 张凯霞. 2019. 空气污染对企业生产率的影响——来自中国工业企业的证据[J]. 管理世界, 35(10): 95-112.
- Li W B, Zhang K X. 2019. The effects of air pollution on enterprises' productivity: Evidence from Chinese industrial enterprises [J]. *Journal of Management World*, 35(10): 95-112. (in Chinese)
- 李卫兵, 张凯霞. 2021. 空气污染是否会影响犯罪率: 基于断点回归方法的估计[J]. 世界经济, 44(6): 151-177.
- Li W B, Zhang K X. 2021. Does air pollution affect crime rates: A regression discontinuity design [J]. *The Journal of World Economy*, 44(6): 151-177. (in Chinese)
- 罗勇根, 杨金玉, 陈世强. 2019. 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, (10): 99-117.
- Luo Y G, Yang J Y, Chen S Q. 2019. Air pollution, human capital flow and innovative vitality: Evidence from individual patent inventions [J]. *China Industrial Economics*, (10): 99-117. (in Chinese)
- 苗艳青, 陈文晶. 2010. 空气污染和健康需求: Grossan 模型的应用[J]. 世界经济, 33(6): 140-160.
- Miao Y Q, Chen W J. 2010. Air pollution and health needs: Application of Grossan's model [J]. *The Journal of World Economy*, 33(6): 140-160. (in Chinese)
- 祁毓, 卢洪友. 2015. 污染、健康与不平等——跨越“环境健康贫困”陷阱[J]. 管理世界, (9): 32-51.
- Qi Y, Lu H Y. 2015. Pollution, health and inequality: Crossing the “environmental health poverty” trap [J]. *Management World*, (9): 32-51. (in Chinese)
- 沈永建, 于双丽, 蒋德权. 2019. 空气质量改善能降低企业劳动力成本吗? [J]. 管理世界, 35(6): 161-178.
- Shen Y J, Yu S L, Jiang D Q. 2019. Does the improvement of air quality decrease firm labor cost? [J]. *Management World*, 35(6): 161-178. (in Chinese)
- 孙伟增, 张晓楠, 郑思齐. 2019. 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, 54(11): 102-117.
- Sun W Z, Zhang X N, Zheng S Q. 2019. Air pollution and spatial mobility of labor force: Study on the migrants' job location choice [J]. *Economic Research Journal*, 54(11): 102-117. (in Chinese)
- 王玉泽, 罗能生. 2020. 空气污染、健康折旧与医疗成本——基于生理、心理及社会适应能力三重视角的研究[J]. 经济研究, 55(12): 80-97.

- Wang Y Z, Luo N S. 2020. Air pollution, health depreciation and medical costs: Research based on the three perspectives of physical health, mental health and social adaptability[J]. *Economic Research Journal*, 55(12): 80-97. (in Chinese)
- 王兆华, 马俊华, 张斌, 等. 2021. 空气污染与城镇人口迁移: 来自家庭智能电表大数据的证据[J]. *管理世界*, 37(3): 19-33.
- Wang Z H, Ma J H, Zhang B, et al. 2021. Air pollution and residential migration: Empirical evidence from smart meter data [J]. *Journal of Management World*, 37(3): 19-33. (in Chinese)
- 吴超鹏, 李奥, 张琦. 2021. 空气污染是否影响公司管理层人力资本质量[J]. *世界经济*, 44(2): 151-178.
- Wu C P, Li A, Zhang Q. 2021. Does air pollution affect corporate management quality? [J]. *The Journal of World Economy*, 44(2): 151-178. (in Chinese)
- 谢婷婷, 王勇. 2022. 环境质量与中国城市发展沉浮: 人力资本视角的解释[J]. *世界经济*, 45(1): 133-157.
- Xie T T, Wang Y. 2022. Environmental quality and Chinese urban development: An interpretation from the perspective of human capital[J]. *The Journal of World Economy*, 45(1): 133-157. (in Chinese)
- 左翔, 李明. 2016. 环境污染与居民政治态度[J]. *经济学(季刊)*, 15(4): 1409-1438.
- Zuo X, Li M. 2016. The impacts of pollution on people's political attitude in China [J]. *China Economic Quarterly*, 15(4): 1409-1438. (in Chinese)
- Adhvaryu A, Kala N, Nyshadham A. 2022. Management and shocks to worker productivity[J]. *Journal of Political Economy*, 130(1): 1-47.
- Arceo E, Hanna R, Oliva P. 2016. Does the effect of pollution on infant mortality differ between developing and developed countries? Evidence from Mexico City[J]. *The Economic Journal*, 126(591): 257-280.
- Banzhaf H S, Walsh R P. 2008. Do people vote with their feet? An empirical test of Tiebout's mechanism[J]. *American Economic Review*, 98(3): 843-863.
- Bharadwaj P, Zivin J G, Mullins J T, et al. 2016. Early-life exposure to the great smog of 1952 and the development of asthma[J]. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 194(12): 1475-1482.
- Brunekreef B, Holgate S T. 2002. Air pollution and health[J]. *The Lancet*, 360(9341): 1233-1242.
- Chang T, Zivin J G, Gross T, et al. 2016. Particulate pollution and the productivity of pear packers[J]. *American Economic Journal: Economic Policy*, 8(3): 141-169.
- Chang T Y, Zivin J G, Gross T, et al. 2019. The effect of pollution on worker productivity: Evidence from call center workers in China[J]. *American Economic*

- Journal: Applied Economics*, 11(1): 151-172.
- Chay K Y, Greenstone M. 2003. The impact of air pollution on infant mortality: Evidence from geographic variation in pollution shocks induced by a recession[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(3): 1121-1167.
- Chen S, Oliva P, Zhang P. 2018. Air pollution and mental health: Evidence from China [R]. NBER Working Paper, No. 24686.
- Chen S, Chen Y Y, Lei Z T, et al. 2020. Impact of air pollution on short-term movements: Evidence from air travels in China[J]. *Journal of Economic Geography*, 20(4): 939-968.
- Chen S, Oliva P, Zhang P. 2022. The effect of air pollution on migration: Evidence from China[J]. *Journal of Development Economics*, 156: 102833.
- Chen Y Y, Ebenstein A, Greenstone M, et al. 2013. 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 of the United States of America*, 110(32): 12936-12941.
- Currie J, Neidell M. 2005. Air pollution and infant health: What can we learn from California's recent experience? [J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 120(3): 1003-1030.
- Czarnecka M, Nidzgorska-Lencewicz J. 2017. The impact of thermal inversion on the variability of PM10 concentration in winter seasons in Tricity [J]. *Environment Protection Engineering*, 43(2): 157-172.
- Davis D L, Bell M L, Fletcher T. 2002. A look back at the London smog of 1952 and the half century since[J]. *Environmental Health Perspectives*, 110(12): A734-A735.
- Dechezleprêtre A, Rivers N, Stadler B. 2019. The economic cost of air pollution: Evidence from Europe [R]. OECD Economics Department Working Papers, No. 1584. Paris: OECD Publishing.
- Deryugina T, Heutel G, Miller N H, et al. 2019. The mortality and medical costs of air pollution: Evidence from changes in wind direction[J]. *American Economic Review*, 109(12): 4178-4219.
- Deschenes O, Wang H X, Wang S, et al. 2020. The effect of air pollution on body weight and obesity: Evidence from China[J]. *Journal of Development Economics*, 145: 102461.
- Ebenstein A, Lavy V, Roth S. 2016. The long-run economic consequences of high-stakes examinations: Evidence from transitory variation in pollution [J]. *American Economic Journal: Applied Economics*, 8(4): 36-65.
- Ebenstein A, Fan M Y, Greenstone M, et al. 2017. 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 of the United States of America*, 114(39): 10384-10389.
- Fu S H, Viard V B, Zhang P. 2021. Air pollution and manufacturing firm productivity: Nationwide estimates for China[J]. *The Economic Journal*, 131(640): 3241-3273.
- Fu S H, Viard V B, Zhang P. 2022. Trans-boundary air pollution spillovers: Physical transport and economic costs by distance[J]. *Journal of Development Economics*, 155: 102808.
- GBD 2019 Risk Factors Collaborators. 2020. Global burden of 87 risk factors in 204 countries and territories, 1990—2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019[J]. *The Lancet*, 396(10258): 1223-1249.
- Gramsch E, Cáceres D, Oyola P, et al. 2014. Influence of surface and subsidence thermal inversion on PM_{2.5} and black carbon concentration [J]. *Atmospheric Environment*, 98: 290-298.
- Greenstone M, Hanna R. 2014. Environmental regulations, air and water pollution, and infant mortality in India[J]. *American Economic Review*, 104(10): 3038-3072.
- Hanlon W W. 2020. Coal smoke, city growth, and the costs of the industrial revolution [J]. *The Economic Journal*, 130(626): 462-488.
- Hanna R, Oliva P. 2015. The effect of pollution on labor supply: Evidence from a natural experiment in Mexico City[J]. *Journal of Public Economics*, 122: 68-79.
- He G J, Liu T, Zhou M G. 2020. Straw burning, PM_{2.5}, and death: Evidence from China[J]. *Journal of Development Economics*, 145: 102468.
- He J X, Liu H M, Salvo A. 2019. Severe air pollution and labor productivity: Evidence from industrial towns in China[J]. *American Economic Journal: Applied Economics*, 11(1): 173-201.
- He X B, Luo Z J, Zhang J J. 2022. The impact of air pollution on movie theater admissions [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 112: 102626.
- Heblich S, Trew A, Zylberberg Y. 2021. East-side story: Historical pollution and persistent neighborhood sorting [J]. *Journal of Political Economy*, 129(5): 1508-1552.
- Jans J, Johansson P, Nilsson J P. 2018. Economic status, air quality, and child health: Evidence from inversion episodes[J]. *Journal of Health Economics*, 61: 220-232.
- Khanna G, Liang W Q, Mobarak A M, et al. 2021. The productivity consequences of pollution-induced migration in China[R]. NBER Working Paper, No. 28401.
- Molina T. 2021. Pollution, ability, and gender-specific investment responses to shocks

- [J]. *Journal of the European Economic Association*, 19(1): 580-619.
- Polivka B J. 2018. The great London smog of 1952 [J]. *AJN, American Journal of Nursing*, 118(4): 57-61.
- Sager L. 2019. Estimating the effect of air pollution on road safety using atmospheric temperature inversions[J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 98: 102250.
- Schlenker W, Walker W R. 2016. Airports, air pollution, and contemporaneous health [J]. *The Review of Economic Studies*, 83(2): 768-809.
- Shi X Y, Xi T Y, Zhang X B, et al. 2021. “Moving Umbrella”: Bureaucratic transfers and the comovement of interregional investments in China [J]. *Journal of Development Economics*, 153: 102717.
- Stafford T M. 2015. Indoor air quality and academic performance [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 70: 34-50.
- Trinh T T, Trinh T T, Le T T, et al. 2019. Temperature inversion and air pollution relationship, and its effects on human health in Hanoi City, Vietnam [J]. *Environmental Geochemistry and Health*, 41(2): 929-937.
- Wallace J, Kanaroglou P. 2009. The effect of temperature inversions on ground-level nitrogen dioxide (NO_2) and fine particulate matter ($\text{PM}_{2.5}$) using temperature profiles from the Atmospheric Infrared Sounder (AIRS) [J]. *Science of the Total Environment*, 407(18): 5085-5095.
- Wu B Z, Zhong X H. 2020. Matching inequality and strategic behavior under the Boston mechanism: Evidence from China's college admissions [J]. *Games and Economic Behavior*, 123: 1-21.
- Xue S Y, Zhang B H, Zhao X F. 2021. Brain drain: The impact of air pollution on firm performance [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 110: 102546.
- Yao Y, Li X, Smyth R, et al. 2022. Air pollution and political trust in local government: Evidence from China [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 115: 102724.
- Yin P, Brauer M, Cohen A J, et al. 2020. The effect of air pollution on deaths, disease burden, and life expectancy across China and its provinces, 1990—2017: An analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 [J]. *The Lancet Planetary Health*, 4(9): e386-e398.
- Zivin J G, Neidell M. 2012. The impact of pollution on worker productivity [J]. *American Economic Review*, 102(7): 3652-3673.

City Air Pollution and Talents Mobility

Lei Li¹ Tianyu Wang²

(1. *Center for Transnationals' Studies, Economic Behavior and Policy Simulation Laboratory, Nankai University;*

2. *Institute of International Economics, School of Economics, Nankai University*)

Abstract The “scramble for talents” is intensifying among China cities. High human capital groups are more sensitive to air pollution. This paper uses the college enrollment scores data, urban air pollution data and city statistics data from 2006 to 2018. We find that urban PM2.5 significantly reduces the college enrollment scores. It shows that urban air pollution inhibits the willingness of university student-to-be. This finding holds under the endogeneity treatment and various of robustness tests. The results of mechanism analysis indicate that urban PM2.5 reduces the attractiveness of cities and colleges. Specifically, urban PM2.5 inhibits foreign investment firms inflow and stimulates service industry employees and college teachers outflow. Further analysis shows that the negative impact of air pollution on college enrollment scores is long-term. We draw conclusions that air pollution inhibits talent inflow and stimulates talent outflow. The main conclusions of the research have three effects. First, it expands the research boundary of air pollution, talent flow and college entrance examination. Second, it provides a new research perspective for talent flow and regional human capital drain. Third, it could help local governments to formulate policies about talent introduction and environment protection.

JEL Classification D61, E53