

空气质量对股票投资行为影响的实证检验

——以 $PM_{2.5}$ 为例

孟祥旭 李增刚

摘要 作者以 $PM_{2.5}$ 为例，实证研究了空气污染对股票市场投资行为的影响，找出了金融中心城市 $PM_{2.5}$ 浓度的变化与股票市场收益率之间的联系，从而为环境质量影响经济绩效提供了进一步的经验支持。研究结果表明，在上海， $PM_{2.5}$ 浓度增加一个标准差会使第二天上证综合指数的收益率降低 0.18%，并且结果是稳健的；而由于深圳全年空气质量较好， $PM_{2.5}$ 浓度尚未达到影响人们股票投资行为的程度，因而 $PM_{2.5}$ 浓度的变化对深证综合指数日收益率的影响并不显著。尽管投资者在地理上非常分散，但因为金融中心城市的股票市场影响力量较集中，所以当地空气质量会对股票市场收益率产生影响。作者探讨了其中的作用机制，即空气质量影响健康，健康的变化又会影响股票投资者的情绪和认知，进而影响股票投资决策，并影响股票市场收益率。

关键词 空气污染 风险偏好 股票收益率

【中图分类号】X196；F83 【文献标识码】A 【文章编号】2095 - 851X (2017) 04 - 0079 - 14

一、引言

近年来，随着居民生活水平的提高，空气质量受到人们的广泛关注，呼吁环保的声音也越来越大。空气污染全面影响着人们的心理和行为，进而影响人们的生活和工作，但环保政策下的治理成本是巨大的（Greenstone et al., 2012），而清洁空气的益处并没有被很好地理解。近期的研究成果表明，空气污染可能通过降低工人的劳动生

【作者简介】孟祥旭（1992 - ），山东大学经济研究院硕士研究生，邮政编码：250100；李增刚（1975 - ），山东大学经济研究院教授，本文通讯作者。

致谢：感谢审稿专家匿名评审，当然文责自负。

产率而产生更为直接的经济成本 (Zivin and Neidell, 2011; Lavy et al., 2014; Chang et al., 2016a; Heyes et al., 2016)。如果确实如此, 那么劳动生产率的改善将是评估清洁空气益处的一个重要组成部分。Saunders (1993) 以及后续的一系列研究发现自然环境会对人的情绪和行为产生显著的影响, 例如, 影响股票投资行为, 进而影响股票市场表现和整体经济的有效运行。最近的一些研究为空气污染对人的一系列广泛影响提供了证据, 例如对情绪和认知的影响 (Lavy et al., 2014; Chang et al., 2016b)。而情绪和认知的改变将会影响人们的决策行为及劳动生产率, 进而对整体经济产生影响。但已有研究对象主要集中于高强度体力劳动的劳动者, 而较少涉及需要高强度脑力劳动的劳动者。在现代经济中, 大部分的工作, 尤其是高附加值工作几乎都是基于高强度的脑力活动来完成的。因此, 空气污染对高强度脑力劳动者行为的影响需要进一步深入探讨。

特别地, 本文以股票投资者这一高强度脑力劳动者为研究对象, 研究了空气污染对其股票投资行为的影响, 进而探究空气污染对股票市场表现的影响。上海和深圳是证券交易所的所在地, 也因此成为上市公司、金融机构以及资金的聚集地。位于上海和深圳两地的证券公司、基金公司、资产管理公司等金融机构管理的资产占全国的绝大多数, 两地的股票投资者在资金方面和信息方面具有绝对的优势。上海和深圳股票投资者的投资行为, 尤其是当地的机构投资者、做市商以及证券交易所场内交易员的行为, 将对上海证券交易所和深圳证券交易所股票市场的表现有着较大的影响。股票收益率则可以被视作衡量股票交易员工作效率的标准之一。本文估计了上海和深圳三年来外部 $PM_{2.5}$ 的短期变化对上证综合指数和深证综合指数日收益率的影响。 $PM_{2.5}$ 是由固体和液体混合而成, 直径小于 2.5 微米的颗粒, 主要来源于汽车、工业、商业和家庭取暖等领域的化石燃料燃烧。由于体积较小, $PM_{2.5}$ 可以很容易地进入建筑物内, 研究表明其渗入率在 70% ~ 100% (Thatcher and Layton, 1995; Vette et al., 2001)。进入室内对降低一个人暴露于 $PM_{2.5}$ 的水平, 作用非常微小。由于构成颗粒体积微小, $PM_{2.5}$ 可以深入人的肺部, 进入循环系统引起呼吸系统和心血管系统的不适 (Seaton et al., 1995)。大量毒理学和流行病学的证据表明暴露于 $PM_{2.5}$ 之中会危害人体各部分的健康。这些危害可能会以某种疾病的形式显现, 例如哮喘和心脏病这些可能导致住院或死亡的疾病 (Dockery and Pope, 1994; Pope, 2000)。 $PM_{2.5}$ 也会对人的身体产生一些微小的影响, 例如血压的变化, 对耳朵、鼻子、喉咙和肺的刺激, 轻微头痛 (Ghio et al., 2000; Pope, 2000)。由于暴露于较低浓度 $PM_{2.5}$ 而引起的较轻微影响, 通常不会被计量经济学家所观察到, 也不需要采取医疗措施, 在一些情况下甚至不会被察觉到, 却可能会以降低工作效率的方式表现出来 (Chang et al., 2016a)。本文通过控制一系列存在潜在干扰的气象因素和其他观测到的常见空气污染物, 从复杂的环境因素中独立出了 $PM_{2.5}$ 的影响。进一步地, 通过控制时间固定效应, 本文的分析排除了很多其他的潜在干扰因素, 例如白天的长度影响投资者情绪等, 从而能够较为准确地估计 $PM_{2.5}$ 对股票投资行为的影响。

本文以下部分安排如下：第二部分是文献综述；第三部分是研究设计；第四部分是实证分析结果；第五部分是研究结论。

二、文献综述

（一）自然环境对股票收益率影响的研究

关于自然环境对股票收益率影响的研究，既包括日照、气温、降雨等天气因素的影响，也包括自然灾害、季节交替等的影响。Saunders（1993）较早研究了天气与股票收益率之间的关系，发现云层覆盖率与股票收益率之间呈显著负相关关系，即阴雨天会给股票投资者带来消极的情绪，影响了股票投资者的理性判断和投资决策，从而造成股票收益率下降。后续一系列研究对这一关系进行了实证检验，发现天气是否晴朗以及日照时间长短能够影响人的情绪进而对股票收益率产生影响（Kamstra et al.，2002；Hirshleifer and Shumway，2003）。Cao 和 Wei（2005）发现气温高低也会对股票收益率产生影响，较低的气温会增强股票投资者的风险厌恶程度，导致气温低时股票收益率也较低。此外，暴风雨天气或大风天气会导致投资者情绪低落（Cooke et al.，2000；Nastos et al.，2006），与之相对应的是较低的股票收益率（Keef and Roush，2005）。山立威（2011）通过汶川地震这一独特自然事件，用公司与震中距离来衡量地震导致的投资者负面情绪，研究汶川地震对中国资本市场造成的影响，发现地震后 12 个月内，距离震中越近的公司，股票收益率越低，并且不能由地震造成的实质经济损失来解释。Kamstra 等（2003）研究了季节交替对于股票收益率的风险溢价影响，发现秋冬季节由于白天时间较短导致人们情绪低落，增强了人们的风险厌恶，从而使得股票收益率降低，随着一年四季中白天时间长短的变化，股票收益率也相应变化，股票收益率具有很强的季节效应。陆静（2011）发现季节性情绪紊乱因素对市场换手率和波动率等交易行为具有显著影响。

自然环境对股票收益率产生影响的作用机理在于，自然环境会对人的情绪产生影响，而人的情绪又会对投资行为产生影响。投资决策与情绪变化之间存在重要联系（Loewenstein，2000；Peters and Slovic，2000），在投资过程中，理性选择和情绪的作用同时存在，共同对投资决策产生影响。人们在积极的情绪状态下倾向于做出乐观的判断与决策行为，而在消极的情绪状态下倾向于做出悲观的判断与决策行为（Loewenstein et al.，2001）。因此，积极情绪可能会提高人们对未来的预期，降低对风险的估计，提高风险偏好，从而促使当期发生更多的交易行为和持有更多的风险资产。相反，消极情绪则可能降低对未来的预期，高估风险，降低风险偏好，从而产生更多的卖出行为和减少持有风险资产。余佩琨和钟瑞军（2009）研究发现个人投资者情绪对股票流动性有正面影响。伍燕然和韩立岩（2007）研究证明投资者情绪是资产定价的重要因素。王美今和孙建军（2004）从我国股市的现实状况出发，构造理论模型证明：投资者接受价格信号时表现出来的情绪是影响均衡价格的系统性因

子。陈彦斌(2005)的研究表明影响股票价格波动的情绪波动分别是主观贴现因子、跨期替代弹性和风险规避系数的波动。蒋玉梅和王明照(2010)探讨了投资者情绪对股票收益的总体效应与横截面效应,结果表明就总体效应而言,情绪与短期市场收益正相关,与长期市场收益负相关,从而说明投资者情绪对于股票收益产生了系统性影响。由于股票市场投资是一个复杂、抽象和高风险的活动,因而情绪变化对股票投资决策的影响比较明显。

(二) 空气污染对劳动生产率影响的研究

曝露于受污染的空气中,会对人的身体健康产生较大的影响,也会对劳动生产率产生影响。大量研究均表明空气污染会显著增加呼吸系统疾病的发病率(马洪宝、洪传洁,1992;周燕荣等,1997;井立滨等,2000;常桂秋等,2003)。戴海夏等(2004)采用泊松广义相加模型对上海市A城区大气 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 的日平均浓度与居民日死亡数进行相关回归分析,结果显示当大气中 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 浓度上升 $10\mu g/m^3$ 时,总死亡数分别上升0.53%、0.85%。Chang等(2016a)发现户外 $PM_{2.5}$ 浓度越高,梨包装厂的室内工人生产率越低。在相关的研究中,Chang等(2016b)也发现中国两个呼叫中心在空气质量指数较高的时间处理的呼叫数较少。

空气污染影响劳动生产率的途径有很多种,一个明显的途径是影响劳动者的劳动时间,另一个途径是通过影响人的身体健康,进而影响人的精力集中程度和决策能力来影响劳动生产率(Heyes et al., 2016)。Ostro(1983)研究发现总悬浮颗粒物每增加 $1\mu g/m^3$ 工人的劳动时间就会下降0.00145天。利用类似的数据,Hausman等(1984)研究发现总悬浮颗粒物增加一个标准差就会导致劳动时间减少10%。由空气污染引致的身体和大脑健康的变化可以通过多种方式影响人的决策行为。间接地,健康可以通过改变身体资源的配置影响人的决策行为(Grossman, 1972)。更直接地,健康可以通过疾病引起的身体不适影响一个人的情绪和认知,从而影响决策。由于呼吸功能受损,认知间接地受到影响,直接的原因在于血流和循环系统的变化(Pope and Dockery, 2006)。在生理上,短期曝露于 $PM_{2.5}$ 之中会导致小胶质细胞活化、脑血管功能障碍和中枢神经系统血脑屏障变化(Genc et al., 2012)。例如,大脑消耗的氧气占身体消耗氧气的很大一部分,任何血液供应的变化都会影响认知(Clarke and Sokoloff, 1999)。进一步地, $PM_{2.5}$ 的体积也允许它上升到嗅觉轴突,并且直接进入大脑。这些影响会导致记忆障碍、疲劳、注意力不集中和判断力下降(Kampa and Castanas, 2008),其中任何一种都可能导致敏感性降低,从而降低对思维灵敏要求较高的工作的工作效率。

最近的一些研究还采用了工人产出的微观数据,使研究者得以控制个体层面的异质性并且检验空气污染对劳动时间和劳动生产率的边际影响。例如,Zivin和Neidell(2011)发现 O_3 浓度每下降10ppb就会导致户外的农业工作者生产率提高4.2%,但 O_3 浓度的持续增加并不会导致劳动时间和劳动生产率的持续下降,所以 O_3 对劳动时间和劳动生产率产生影响是存在一定界限的。

（三）文献综述小结

现有文献的研究对象集中于不包括空气污染的自然环境对股票收益率的影响和空气污染对不包括高强度脑力劳动者劳动生产率的影响，而鲜有涉及空气污染对股票收益率的影响。少有的例外是，Heyes 等（2016）实证研究了曼哈顿的空气质量对标普 500 指数日收益率的影响，发现曼哈顿 $PM_{2.5}$ 的日变化与标普 500 指数的日收益率呈显著负相关关系。郭永济和张谊浩（2016）利用上海地区的空气质量数据与上证沪企指数等相关数据对空气质量能否通过影响股票市场参与者并最终影响股票市场这一问题进行了研究，发现空气质量对股票市场的收益率、换手率和波动率均有影响。本文借鉴 Heyes 等（2016）的研究方法，立足于上海和深圳两个金融中心城市，实证检验了当地的空气质量对股票市场收益率的影响，将空气污染、健康、劳动生产率之间的关系连接起来，尤其将空气污染对健康的影响导致股票投资行为的变化进而影响股票收益率这一逻辑关系进行了衔接。虽然空气污染影响股票收益率的全部作用机制仍然不得而知，但本文尝试对空气污染通过短期改变大脑和身体的健康，引起股票投资者情绪和认知的变化，降低股票投资者的风险偏好，进而影响投资者的股票投资行为和股票收益率这一作用机制进行了检验。

三、研究设计

为了说明一天中当地的空气污染水平对股票市场收益率的影响，需要找到当地空气污染和与股票市场收益率相关决策的某个方面之间的关联。简而言之，本文认为空气污染的变化对人的身体和头脑会产生一系列的影响，这些变化会通过改变情绪、认知等因素来影响股票投资决策进而影响股票的收益率。逻辑机理如图 1 所示。



图 1 空气污染影响股票收益率的逻辑机理

资料来源：作者绘制。

证券交易所的存在使得上海和深圳两地成为金融机构和资金的聚集地，其中的股票投资者做出的股票投资决策将对股票市场产生其他地区无法相比的影响，另外，其投资决策信息亦会传递到其他地区，由于股票市场存在很强的“羊群效应”（Banerjee, 1992；杨炘等，2004），从而影响其他地区投资者。地理上分散的投资者也需要与身在上海或深圳的交易员订立合同，交易员会为了他们的委托人而试图影响价格（Hirshleifer and Shumway, 2003）。因此上海和深圳的股票投资者将对股票市场具有更显著的影响力，从而为本文研究空气质量对股票投资行为的影响进而对股票市场的影响提供了很好的研究对象。曝露于 $PM_{2.5}$ 之中引起的健康变化可能不会立即表

现出来,而是在数小时或数天后才表现出来,因此由健康变化引起的对情绪和认知以及股票投资行为的影响具有一定的滞后性。这就使得本文需要在分析中使用空气污染的滞后期变量。

(一) 回归方程和变量选择

为研究上海和深圳的 $PM_{2.5}$ 浓度对上证综合指数和深证综合指数日收益率的影响,本文通过 OLS 方法估计下面的方程:

$$r_t = \beta_0 + \beta_1 r_{t-1} + \beta_2 PM_{2.5,t-1} + \beta_3 W_t + \beta_4 P_t + \theta_i + \varepsilon_t \quad (1)$$

变量 r_t 是上证综合指数和深证综合指数在时间 t 的日收益率,按照通常的做法,本文加入被解释变量的一阶滞后项 r_{t-1} 来控制残差自相关。本文最感兴趣的解释变量是 $PM_{2.5,t-1}$,即 $PM_{2.5}$ 在 $t-1$ 时的浓度,因而最关注的参数是 β_2 ,它表示了前一天的 $PM_{2.5}$ 浓度与当天股票市场日收益率之间的关系。

天气状况影响股票市场日收益率的观点已为大家广泛认可,本文将其作为控制变量,用 W_t 表示,包括气温、气压、湿度、风速、云量、云高、水平能见度。其他污染物也可能会影响股票市场日收益率,本文用 P_t 表示,包括 PM_{10} 、二氧化硫、一氧化碳、二氧化氮、臭氧。变量 θ_i 是一周中星期几和一年中月份的时间固定效应。 ε_t 是随机误差项。

(二) 数据来源与处理

本文分析采用的数据来源于多个渠道。

1. 股市收益率与风险偏好指标

本文中代表股票市场收益率的是上证综合指数和深证综合指数的日收益率。由于数据的可得性,本文采用 2014 年 1 月 1 日至 2016 年 12 月 31 日的日收益率数据,数据来源于 Wind 数据库。表 1 显示样本区间内上证综合指数和深证综合指数的日收益率均值分别为 0.0005226 和 0.0008479。DF 检验结果表明,上证综合指数和深证综合指数的日收益率均为平稳序列。

在风险偏好作为空气质量影响股票投资行为的可能机制探讨中,本文用到了中国波动率指数 (IVX) 这一指标。中国波动率指数是由上海证券交易所发布的,用于衡量上证 50ETF 未来 30 日的预期波动。该指数是根据方差互换的原理,结合 50ETF 期权的实际运作特点,并通过上海证券交易所交易的 50ETF 期权价格的计算编制而得。这一指标被广泛用作市场风险偏好的代理变量,又被称为“恐慌指数”。该指数越大说明市场恐慌情绪越强烈,股票投资者的风险厌恶越强烈。例如,对应于 2015 年的“股灾”,IVX 指数较高,清楚地显示了当时股票市场的恐慌情绪。如果空气污染是通过降低投资者的风险偏好来发挥作用的,那么空气污染程度越高,股票投资者的风险厌恶越强,IVX 指数也越大,因此空气污染程度与 IVX 指数应呈正相关关系。IVX 指数日数据来源于 Wind 数据库。由于我国的 IVX 指数编制较晚,最早的数据只能追溯至 2015 年 2 月 9 日,因此,只能对风险偏好这一潜在机制作简要分析,深入

探讨还需日后更完备的数据支持。

2. 空气质量和天气

本文的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>)，该平台数据均采自国家环境保护部，本文收集了上海和深圳 2014 年 1 月 1 日至 2016 年 12 月 31 日每天的 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 、二氧化硫、一氧化碳、二氧化氮、臭氧数据。天气数据来源于 RP5 国际交换气象站 (<https://rp5.ru>)，实际天气数据由地面气象站通过气象数据国际自由交换系统提供，本文收集整理了在本文研究的时间区间范围内上海和深圳每天地面以上 2 米处的大气温度、气象站水平的大气压、地面高度 2 米处的相对湿度、观测前 10 分钟内地面高度 10 ~ 12 米处的平均风速、总云量、最低云层底部的高度、水平能见度。

本文的所有环境变量都取日平均值。由于 $PM_{2.5}$ 对健康进而对情绪和认知以及股票投资行为的影响具有一定的滞后性，当天 $PM_{2.5}$ 的影响需要经过几个小时甚至一两天的时间才能显现，所以，本文需要用前一天的 $PM_{2.5}$ 来检验其对当天股票投资行为和股票收益率的影响。

(三) 变量的描述性统计

表 1 呈现了所有变量的描述性统计。其中，上海一栏的日收益率为上证综合指数日收益率，深圳一栏的日收益率为深证综合指数日收益率。进入 2014 年，上海 $PM_{2.5}$ 浓度明显下降，在本文研究的时间区间内其均值为 $50.1655\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，低于中国 24 小时平均浓度 $75\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的标准，但相较于美国 24 小时平均浓度 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的标准仍较高。而在本文研究的时间区间内深圳的 $PM_{2.5}$ 均值为 $29.8191\mu\text{g}/\text{m}^3$ ，低于美国 24 小时平均浓度 $35\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的标准。从下文的回归中也可以看出，深圳的 $PM_{2.5}$ 浓度尚未达到对深证综合指数产生显著性影响的程度，因此本文重点研究了上海的空气质量对股票投资行为的影响。

表 1 描述性统计

变量	上海				深圳			
	均值	标准差	最小值	最大值	均值	标准差	最小值	最大值
日收益率 (%)	0.0005	0.0177	-0.0887	0.0560	0.0008	0.0202	-0.0860	0.0632
$PM_{2.5}$ ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	50.1655	32.1970	4.6000	217.8000	29.8191	16.6699	6.0000	100.0000
PM_{10} ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	68.5834	38.8522	8.0000	258.2000	49.4990	23.8485	10.1000	160.2000
二氧化硫 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	16.4384	9.0079	5.8000	74.9000	8.2404	2.8544	3.2000	27.1000
一氧化碳 (mg/m^3)	0.8210	0.2803	0.3540	2.2170	0.9215	0.2128	0.4630	1.7290
二氧化氮 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	44.2905	20.0593	4.9000	142.8000	32.8641	11.4065	10.8000	101.2000
臭氧 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	116.3330	48.8824	12.0000	304.0000	90.4854	38.2770	21.0000	245.0000
气温 ($^{\circ}\text{C}$)	15.7069	7.8295	-6.1500	34.2875	21.3791	5.6642	3.2500	31.9143
气压 (mmHg)	692.0770	72.2495	413.4750	779.8750	689.0394	70.1040	420.8000	773.5250
湿度 (%)	73.4826	12.3987	36.6250	96.8750	74.2107	12.1061	18.6250	97.2500
风速 (m/s)	2.5749	0.8994	0.6250	6.7500	2.0383	0.6942	0.6250	5.0000

续表

变量	上海				深圳			
	均值	标准差	最小值	最大值	均值	标准差	最小值	最大值
云量 (%)	0.7252	0.2601	0.1000	1.0000	0.7489	0.2182	0.1000	1.0000
云高 (m)	2146.1180	489.3133	50.0000	2500.0000	1081.2340	487.7369	410.0000	2500.0000
水平能见度 (km)	19.3015	5.6801	4.8000	38.0000	20.1344	6.6943	6.1429	31.6250

资料来源: Wind 数据库、中国空气质量在线监测分析平台、RP5 国际交换气象站。

四、实证结果

(一) 主要结果

回归结果如表 2 所示。第一列是方程 (1) 的估计值, 在上海的回归结果中, $PM2.5_{t-1}$ 的系数 -0.0000573 在 5% 水平上是统计显著的。这一结果表明上海 $PM2.5$ 浓度一个单位的增加会使第二天上证综合指数日收益率下降 0.0057%。也就是说, 上海 $PM2.5$ 浓度一个标准差的增加会使第二天上证综合指数日收益率降低 0.18%, 对日收益率而言是一个较大的影响。因为 $PM2.5$ 可以在体内留存数小时甚至一两天, 对人的健康进而对情绪和认知以及股票投资行为的影响具有滞后性, 所以本文加入了两天前的 $PM2.5$ 浓度 $PM2.5_{t-2}$ 作为解释变量, 估计结果展示在第二列。可以看出, $PM2.5_{t-2}$ 的影响不显著, 但 $PM2.5_{t-1}$ 的影响依然在 5% 的水平上显著。作为证伪检验, 在解释变量中加入当天的 $PM2.5$ 浓度, 估计结果展示在第三列。可以发现当天 $PM2.5$ 浓度的影响不显著, 同时, $PM2.5_{t-1}$ 的系数估计结果变化不大。由于 $PM2.5$ 可在人体内留存一段时间, 其影响具有滞后效应, 该结论符合预期。

表 2 回归结果

	上海					
	上证综合指数			沪深 300 指数		
$PM2.5_{t-1}$	-0.0000573^{**} (-2.07)	-0.0000627^{**} (-2.04)	-0.0000629^{**} (-2.24)	-0.0000556^{**} (-1.98)	-0.0000669^{**} (-2.15)	-0.0000622^{**}
$PM2.5_{t-2}$		0.0000119 (0.40)			0.0000252	
$PM2.5_t$			0.0000927 (1.08)			0.0001111
观察值	633	633	633	633	633	633
时间虚拟变量	Y	Y	Y	Y	Y	Y
天气	Y	Y	Y	Y	Y	Y
其他污染物	Y	Y	Y	Y	Y	Y

续表

	深圳					
	深证综合指数			沪深 300 指数		
$PM2.5_{t-1}$	-0.0000494 (-0.61)	-0.0001077 (-1.12)	-0.0000384 (-0.46)	0.000012 (0.16)	-0.0000407 (-0.47)	0.0000272 (0.36)
$PM2.5_{t-2}$		0.0000858 (1.13)			0.000078 (1.14)	
$PM2.5_t$			-0.0001208 (-0.57)			-0.0001671 (-0.89)
观察值	703	703	703	702	702	702
时间虚拟变量	Y	Y	Y	Y	Y	Y
天气	Y	Y	Y	Y	Y	Y
其他污染物	Y	Y	Y	Y	Y	Y

注：括号内为 t 检验值，***、**和 * 分别代表在 1%、5% 和 10% 的显著性水平上显著。

资料来源：作者计算整理。

上海的股票投资者同样可以投资深圳证券交易所的股票，因此上海投资者的股票投资行为也可能会影响深圳证券交易所股票的收益率。因此用沪深 300 指数替换上证综合指数，分析上海的空气质量是否同样影响沪深 300 指数的日收益率表现。回归结果显示，上海的空气质量同样显著影响沪深 300 指数日收益率，且关键系数的结果与对上证综合指数的回归结果相比变化不大。

值得一提的是，上海的空气质量对上证综合指数的影响显著为负，但深圳空气质量对深证综合指数的影响系数虽为负，却不显著。这可能是由于深圳的空气质量相对较好，尚未达到影响人们正常生活和工作的临界值。同样，位于深圳的股票投资者也可以投资上海证券交易所的股票，因此本文用沪深 300 指数替换深证综合指数来研究深圳的空气质量是否影响沪深 300 指数的日收益率。结果与预期相一致，深圳空气质量同样对沪深 300 指数的影响不显著。这说明空气污染对上海股票投资者的影响较大，因此本文主要对上海的情况进行分析。

由于上证综合指数比沪深 300 指数包含更多的上市公司，涉及面更广，并且上海股票投资者对上海证券交易所的上市公司更加拥有信息优势，对其股票收益率的影响将会更大，因而下文仍然采用上证综合指数日收益率作为股票市场表现的代理变量。

(二) 稳健性分析

前文已经提到了天气和其他污染物可能成为分析的干扰因素，因而在主要的回归方程里已经包括了一系列的控制变量。但是为了对回归结果的稳健性进行检验，本文分别对排除天气因素后 $PM_{2.5}$ 浓度与上证综合指数的关系、排除其他污染物后 $PM_{2.5}$ 浓度与上证综合指数的关系以及 $PM_{2.5}$ 浓度与股票交易量的关系依次进行了检验。由于

深圳 $PM_{2.5}$ 对深证综合指数和沪深 300 指数的影响均不显著，因而仅以上海为例进行稳健性分析，结果如表 3 所示。

表 3 稳健性分析

	去掉天气变量	去掉其他污染物变量	交易量作为被解释变量
$PM_{2.5,t-1}$	-0.0000421* (-1.70)	-0.0000461* (-1.78)	0.155891 (0.63)
观察值	733	633	633

注：括号内为 t 检验值，***、**和* 分别代表在 1%、5% 和 10% 的显著性水平上显著。

资料来源：作者计算整理。

第一列是排除天气变量的结果。如果天气因素是 $PM_{2.5}$ 的重要干扰因素，那么去掉天气因素应该会明显地改变本文的结果。这一尝试的结果总结在第一列，结果显示变化很小。它表明尽管天气可能对股票收益率有影响，但它不是通过与 $PM_{2.5}$ 之间的联系来发挥作用。

第二列展示了第二个检验结果，类似于第一个检验，只是关心的是其他污染物的影响。由于很多污染物对健康有短期的影响且大多源于化石燃料的燃烧，可能错误地将它们的影响归于 $PM_{2.5}$ 。尽管不能检验其他不可观察的污染物是否干扰这一关系，但能够检验观察到的主要污染物干扰这一关系的程度。去掉回归中对其他污染物的控制使 $PM_{2.5,t-1}$ 的回归系数由 -0.0000573 上升为 -0.0000461。这一变化相对较小表明其他的污染物并不是遗漏变量偏差的来源。

解释估计结果时的另外一个问题是股票交易量也可能由于空气污染而发生变化，使得估计结果将数量效应和价格效应混为一谈。为了检验这一可能性，将股票交易量作为被解释变量重新估计了方程 (1)，估计结果展示在表 3 的第三列。可以发现， $PM_{2.5}$ 浓度对股票交易量的影响不显著。这表明之前的估计结果捕捉到的是纯粹的价格效应。

(三) 进一步探讨

考虑到空气质量对股票投资行为的影响可能有多种渠道，并且这些渠道可能同时发挥作用，本文进一步运用 IVX 指数的数据探究空气污染引致风险厌恶程度改变所发挥的作用。IVX 指数被广泛用作市场风险厌恶的代理变量 (Coudert and Gex, 2008; Whaley, 2009)。本文将 IVX 指数作为被解释变量估计方程 (1)。假设风险厌恶是空气质量影响股票投资行为的潜在机制，正如本文研究设计部分的分析，则 $PM_{2.5,t-1}$ 的估计系数应为正。回归结果显示， $PM_{2.5,t-1}$ 与 IVX 指数之间有显著的正向关系， $PM_{2.5,t-1}$ 浓度一个单位的增加会使 IVX 的值增加 4.9%，结果与假设相一致，表明风险厌恶是空气质量影响股票投资行为的潜在机制。但是由于数据较少，更稳健的结果还需进一步研究。同时，尽管 IVX 通常被用作风险厌恶的代理变量，但

它既反映了风险偏好的变化，也反映了对市场波动预期的变化，因而在日后有更多数据支撑的情况下，可以将空气质量对 IVX 指数的影响分解成这两部分，进一步研究 $PM_{2.5}$ 浓度变化与股票市场收益率变化之间关系的直接机制。需要指出的是，受数据限制，本文未能考虑交易场所是否使用了空气净化设备，其对股票投资行为的影响也有待进一步探讨。

五、结论

空气质量对股票投资行为影响的作用机制是空气质量通过对股票投资者的健康、情绪和认知产生影响，进而对股票投资决策以及股票市场的表现产生影响。本文发现上海 $PM_{2.5}$ 浓度的增加对上海证券交易所大盘的收益率具有显著的负效应。回归结果显示，上海 $PM_{2.5}$ 浓度增加一个标准差就会显著地导致第二天上证综合指数日收益率下降 0.18%。这一结果对关于潜在干扰因素的不同假设和一系列的证伪检验都是稳健的。而深圳 $PM_{2.5}$ 浓度的变化对深证综合指数的影响却不显著，这可能是由于深圳全年空气质量较好， $PM_{2.5}$ 浓度尚未达到影响人们健康和股票投资行为的水平。本文还通过检验 $PM_{2.5}$ 浓度对中国波动率指数变动的研究了中国空气污染引致风险偏好变化的作用，发现 $PM_{2.5}$ 浓度与中国波动率指数呈显著正相关关系。这一发现表明，空气污染引致的风险偏好变化可能是空气质量影响股票投资行为作用机制的另一个组成部分。

研究结果从几个方面来看是很有意义的。首先，为自然环境对社会和经济绩效的普遍影响进一步提供了证据，股票市场由于空气污染而系统性地向整体经济发出了扭曲的投资信号。其次，如果将股票市场收益率作为对股票投资者生产率的度量，那么结论指出了较差的空气质量对这类高强度脑力劳动者工作绩效的不利影响，因此扩展了现有对高强度体力劳动者生产率类似影响的研究。

参考文献

常桂秋、王灵菇、潘小川（2003）：《北京市大气污染物与儿科门急诊就诊人次关系的研究》，《中国校医》第4期，第295~297页。

陈彦斌（2005）：《情绪波动和资产价格波动》，《经济研究》第3期，第36~45页。

戴海夏、宋伟民、高翔等（2004）：《上海市A城区大气 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 污染与居民日死亡数的相关分析》，《卫生研究》第3期，第293~297页。

郭永济、张谊浩（2016）：《空气质量会影响股票市场吗？》，《金融研究》第2期，第71~85页。

蒋玉梅、王明照（2010）：《投资者情绪与股票收益：总体效应与横截面效应的实证研究》，《南开管理评论》第3期，第150~160页。

井立滨、秦怡、徐肇翊等（2000）：《本溪市大气污染与急慢性呼吸系统疾病的关系》，《环境与健康杂志》第5期，第268~270页。

陆静（2011）：《中国股票市场天气效应的实证研究》，《中国软科学》第6期，第65~78页。

- 马洪宝、洪传洁 (1992):《大气颗粒物污染对慢性呼吸道疾病的影响》,《中国公共卫生学报》第4期,第229~232页。
- 山立威 (2011):《心理还是实质:汶川地震对中国资本市场的影响》,《经济研究》第4期,第121~146页。
- 王美今、孙建军 (2004):《中国股市收益、收益波动与投资者情绪》,《经济研究》第10期,第75~83页。
- 伍燕然、韩立岩 (2007):《不完全理性、投资者情绪与封闭式基金之谜》,《经济研究》第3期,第117~129页。
- 杨炘、王小征、滕召学 (2004):《中国股市个人与机构投资者的羊群效应》,《清华大学学报(自然科学版)》第12期,第1610~1614页。
- 余佩琨、钟瑞军 (2009):《个人投资者情绪能预测市场收益率吗》,《南开管理评论》第1期,第96~101页。
- 周燕荣、曾庆、徐放 (1997):《重庆地区大气污染与住院病人动态的相关性分析》,《现代预防医学》第1期,第43~45页。
- Banerjee, A. V. (1992), "A Simple Model of Herd Behavior", *Quarterly Journal of Economics*, 107 (3), pp. 797 - 817.
- Cao, M. and J. Wei. (2005), "Stock Market Returns: A Note on Temperature Anomaly", *Journal of Banking and Finance*, 29 (6), pp. 1559 - 1573.
- Chang, T., J. G. Zivin and T. Gross, et al. (2016a), "Particulate Pollution and the Productivity of Pear Packers", *American Economic Journal: Economic Policy*, 8 (3), pp. 141 - 169.
- Chang, T., J. G. Zivin and T. Gross, et al. (2016b), "The Effect of Pollution on Worker Productivity: Evidence from Call-center Workers in China", *NBER Working Paper*, #22328.
- Clarke, D. and L. Sokoloff (1999), "Circulation and Energy Metabolism of the Brain", in G. J. Siegel, et al. (eds.), *Basic Neurochemistry*, Philadelphia: Lippincott-Raven, pp. 637 - 669.
- Cooke, L., M. S. Rose and W. J. Becker (2000), "Chinook Winds and Migrane Headache", *Neurology*, 54 (2), pp. 302 - 307.
- Coudert, V. and M. Gex (2008), "Does Risk Aversion Drive Financial Crises? Testing the Predictive Power of Empirical Indicators", *Journal of Empirical Finance*, 15 (2), pp. 167 - 184.
- Dockery, D. W. and C. A. Pope (1994), "Acute Respiratory Effects of Particulate Air Pollution", *Annual Review of Public Health*, 15 (1), pp. 107 - 132.
- Genc, S., Z. Zadeoglulari and S. H. Fuss, et al. (2012), "The Adverse Effects of Air Pollution on the Nervous System", *Journal of Toxicology*, pp. 1 - 23.
- Ghio, A. J., C. Kim and R. B. Devlin (2000), "Concentrated Ambient Air Particles Induce Mild Pulmonary Inflammation in Healthy Human Volunteers", *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 162 (3), pp. 981 - 988.
- Greenstone, M., J. A. List and C. Syverson (2012) "The Effects of Environmental Regulation on the Competitiveness of U. S. Manufacturing", *American Economic Review*, 93 (2), pp. 431 - 435.
- Grossman, M. (1972), "On the Concept of Health Capital and the Demand for Health", *Journal of Political Economy*, 80 (2), pp. 223 - 255.

- Hausman, J. A. , B. D. Ostro and D. A. Wise (1984), “Air Pollution and Lost Work”, *NBER Working Paper*, #1263.
- Heyes, A. , M. Neidell, and S. Saberian (2016), “The Effect of Air Pollution on Investor Behavior: Evidence from the S&P 500”, *National Bureau of Economic Research*, #22753.
- Hirshleifer, D. and T. Shumway (2003), “Good Day Sunshine: Stock Returns and The Weather”, *Journal of Finance*, 58 (3), pp. 1009 – 1032.
- Kampa, M. and E. Castanas (2008), “Human Health Effects of Air Pollution”, *Environmental Pollution*, 151 (2), pp. 362 – 367.
- Kamstra, M. J. , L. A. Kramer and M. D. Levi (2002), “Losing Sleep at the Market: The Daylight-savings Anomaly”, *American Economic Review*, 92 (4), pp. 1257 – 1263.
- Kamstra, M. J. , L. A. Kramer and M. D. Levi (2003), “Winter Blues: A SAD Stock Market Cycle”, *American Economic Review*, 93 (1), pp. 324 – 343.
- Keef, S. P. and M. L. Roush (2005), “Influence of Weather on New Zealand Financial Securities”, *Accounting and Finance*, 45, pp. 415 – 437.
- Lavy, V. , A. Ebenstein and S. Roth (2014), “The Impact of Short Term Exposure to Ambient Air Pollution on Cognitive Performance and Human Capital Formation”, *NBER Working Paper*, #20648.
- Loewenstein, G. (2000), “Emotions in Economic Theory and Economic Behavior”, *American Economic Review*, 90 (2), pp. 426 – 432.
- Loewenstein, G. F. , E. U. Weber and C. Hsee, et al. (2001), “Risk as Feelings”, *Psychological Bulletin*, 127 (2), pp. 267 – 286.
- Nastos, P. T. , A. G. Paliatsos and V. P. Tritakis, et al. (2006), “Environmental Discomfort and Geomagnetic Field Influence on Psychological Mood in Athens, Greece”, *Indoor and Built Environment*, 15 (4), pp. 365 – 372.
- Ostro, B. D. (1983), “The Effects of Air Pollution on Work Loss and Morbidity”, *Journal of Environmental Economics and Management*, 10 (4), pp. 371 – 382.
- Peters, E. and P. Slovic (2000), “The Springs of Action: Affective and Analytical Information Processing in Choice”, *Personality and Social Psychology Bulletin*, 26 (12), pp. 1465 – 1475.
- Pope III, C. A. (2000), “Epidemiology of Fine Particulate Air Pollution and Human Health: Biologic Mechanisms and who is at Risk?”, *Environmental Health Perspectives*, 108 (4), pp. 713 – 723.
- Pope III, C. A. and D. W. Dockery (2006), “Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect”, *Journal of the Air and Waste Management Association*, 56 (6), pp. 709 – 742.
- Saunders, E. M. (1993), “Stock Prices and Wall Street Weather”, *American Economic Review*, 83 (5), pp. 1337 – 1345.
- Seaton, A. , D. Godden and W. MacNee (1995), “Particulate Air Pollution and Acute Health Effects”, *Lancet*, 345 (8943), pp. 176 – 178.
- Thatcher, T. L. and D. W. Layton (1995), “Deposition, Resuspension and Penetration of Particles Within a Residence”, *Atmospheric Environment*, 29 (13), pp. 1487 – 1497.
- Vette, A. F. , A. Rea and P. Lawless, et al. (2001), “Characterization of Indoor-outdoor Aerosol Concentration Relationships During the Fresno PM Exposure Studies”, *Aerosol Science and Technology*, 34

(1), pp. 118 – 126.

Whaley, R. E. (2009), “Understanding the VIX”, *Journal of Portfolio Management*, 35 (3), pp. 98 – 105.

Zivin, J. G. and M. J. Neidell (2011), “The Impact of Pollution on Worker Productivity”, *NBER Working Paper*, 102 (7), pp. 3652 – 3673.

An Empirical Test on the Impact of Air Quality on Stock Investment Behavior: Taking $PM_{2.5}$ as an Example

MENG Xiang-xu, LI Zeng-gang

(Center for Economic Research, Shandong University, Jinan 250100, China)

Abstract: The authors provide empirical evidence of air pollution’s direct effects on the investment behavior in the stock market taking $PM_{2.5}$ as an example. So it provides further evidence for the influence of air quality on economic performance. The research shows that one standard deviation increasing of $PM_{2.5}$ concentration in Shanghai will reduce the next-day stock returns by 0.18% and the result is robust. Nevertheless, because Shenzhen has better air quality all through the year, the $PM_{2.5}$ concentration has not yet reached the level at which the stock investment behavior will be affected, so the effect of $PM_{2.5}$ on stock returns is not significant in Shenzhen. Although investors are geographically dispersed, due to financial centers’ concentrated influence on stock market, the influence of air pollution on the stock investment behavior and the stock returns is significant. The mechanism is that the air quality has effects on health, then on emotion and cognition, and further has effects on investment behavior and stock returns in the stock market.

Key Words: air pollution; risk appetite; stock market returns

责任编辑：董 昕