

恶劣天气如何影响劳动生产率?

——基于快递业劳动者的适应行为研究

王春超 林芊芊*

摘要 本文研究恶劣天气对劳动生产率的影响,探讨劳动力对天气的短期适应。研究表明,高温和降雨的恶劣天气对快递员的劳动生产率有显著负向影响。天气对劳动者的影响具有异质性,日派件量较大、年轻、入职时间短的快递员受天气影响更为显著。此外,本文发现劳动者对天气存在一定的短期适应。快递员对高温的敏感程度在 8 月相较于 7 月有所降低,并且快递员在一定程度上会根据前后几日的降雨情况调整工作量,从而降低了恶劣天气对劳动生产率的负向影响。本文认为,让劳动者能够在恶劣天气条件下合理灵活安排劳动时间,以减少恶劣天气对劳动者身心的损害,是政策制定的重要方向。

关键词 天气,劳动生产率,短期适应

DOI: 10.13821/j.cnki.ceq.2021.03.03

一、引言

天气和气候条件影响着人类社会生活的各个方面。近年来,不少文献研究了气候对经济总量和增长的影响(如 Barrios *et al.*, 2010; Dell *et al.*, 2012),如 Dell *et al.* (2012) 发现,高温对穷国的总产出和经济增长有显著负向的影响。然而,经济总量和增长率是宏观层面的,为了深入理解天气影响经济增长的机制,有必要研究天气对劳动者的经济行为效率,特别是对微观个体劳动生产率的影响。

天气对劳动生产率的影响主要通过几个方面实现:一是高温,气温过高会导致人们感到疲劳和不适,甚至认知能力下降(Nielsen *et al.*, 1993; Hancock *et al.*, 2007; 等等)。为此,我国《防暑降温措施管理办法》规定,用人单位安排劳动者在 35℃ 以上高温天气从事室外露天作业以及不能采取有效措

* 王春超,暨南大学经济学院、暨南大学伯明翰大学联合学院;林芊芊,暨南大学经济学院。通信作者及地址:王春超,广东省广州市天河区黄埔大道西 601 号暨南大学经济学院,510632;电话:(020) 85220174; E-mail: twangcc@jnu.edu.cn。本文得到了国家社科基金重大项目(18ZDA081)和中央高校基本科研业务费专项项目(19JNKY06)的资助。感谢主编和审稿人的宝贵意见和建议,文责自负。

施将工作场所温度降低到 33℃ 以下的,应当向劳动者发放高温津贴。二是降雨,降雨容易导致积水和交通不便,增加了交通事故发生的概率,给室外工作者带来极大的不便利 (Golob and Recker, 2003; Koetse and Rietveld, 2009)。三是降雪、暴风以及其他的恶劣天气和极端天气,导致生产条件被破坏。现有的研究通常认为城市规模、环境污染、人力资本、健康等是劳动生产率的影响因素 (Bloom *et al.*, 2004; 梁婧等, 2015; Chang *et al.*, 2019; 等等)。研究天气对劳动生产率的影响,也是对于现有劳动生产率研究乃至人类应对自然天气变化行为规律的补充。

在研究天气和劳动生产率的关系时,一个重要的问题是如何衡量劳动生产率。本文所选取的研究对象是快递行业,利用快递员每日的派件量代表其劳动生产率。该数据具有以下几个优势:首先,快递业在中国是一个迅速发展的行业。2007 年以来,全国的快递业务量逐年递增,2007—2019 年,快递业务收入年均增速为 29%。2019 年,快递业务收入占 GDP 的 0.7%,快递业务量突破 600 亿件。¹因此,快递业在我国的产业发展中有重要的地位。其次,快递员属于户外劳动者,往返于城市各个区域派送快递,相较于室内工作者来说,其受天气状况的影响更大。最后,快递员的薪酬主要来源于派件量和揽收量的提成,快递公司记录了每个快递员每日的派件数量,数据较为准确和客观,有助于我们更好地分析天气对劳动生产率的影响。

尽管人类活动被认为是气候变化的重要因素之一,但是我们有理由认为快递员每日的工作不足以影响当地当日的气温和降雨,因此天气情况是外生的,在实证研究中进行因果分析时,无须考虑反向因果的问题。此外,本文所使用的面板数据,克服了横截面数据研究中存在的遗漏变量的缺陷 (Dell *et al.*, 2012)。本文研究发现:(1) 高温和降雨对快递员的派件量有显著负向的影响。(2) 天气对劳动生产率的影响具有异质性,对于每日派件量较大的快递员,以及年轻、入职时间短的快递员来说,其派件量更容易受到天气的影响。(3) 劳动者对天气存在一定的短期适应,快递员对高温的敏感程度在 8 月相较于 7 月有所降低。(4) 劳动者会适当根据前后几日的天气情况调整工作量,可能在降雨时适当减少派送量,在晴朗时再将过去几日累积的工作完成。

本文的贡献主要体现在三个方面:第一,以往的研究大多使用加总数据研究天气(气候)对产出或劳动生产率的影响(如 Deschênes and Greenstone, 2007; Schlenker and Lobell, 2010; Letta and Tol, 2018),而本文同时使用了天气和劳动生产率的每日数据,从一个更频繁而细致的时间跨度,研究天气对微观个体劳动生产率的影响。第二,本文的研究使用了独特的快递行业数据。根据我们的检索,尚未有文献使用快递行业数据研究天气对劳动生产率的影响。尽管 Lee *et al.* (2014) 和 Cai *et al.* (2018) 的研究也使用天气的日

¹ 数据来源:《中国统计年鉴》(2020)、国家邮政局《2019 年邮政行业发展统计公报》。

数据和劳动者每日的工作完成情况相匹配，但是他们的研究对象均为室内的劳动者。本文所研究的快递行业，是受天气影响更为直接的部门，有助于更好地研究天气对户外工作者劳动生产率的影响。第三，本文尝试探讨了劳动力对天气的短期适应，丰富了现有文献对于适应行为的研究。目前已有一定数量的文献研究了人类对天气的长期适应（见 Deschênes (2014) 的综述），但是除 Graff Zivin and Neidel (2014) 对时间分配的研究中探讨了短期适应外，其他文献均在一个较长的时间跨度内研究人类的适应行为。Graff Zivin and Neidel (2014) 研究发现，炎热会降低人们一天中分配到户外休闲的时间，在一天的最高气温超过了 100 华氏度时，8 月人们在户外的时间会比 6 月多 30 分钟。本文的研究对象是劳动者的劳动生产率而不是时间分配，因此更为直接地研究了人类生产活动对恶劣天气的适应。

本文剩余部分安排如下：第二部分为文献评述，第三部分介绍了数据和模型，第四部分进行实证分析，研究高温和降雨对快递员劳动生产率的影响，并尝试研究了劳动力对天气的短期适应。最后为本文的结论。

二、文献评述

近年来，新气候经济学 (The New Climate-Economy) 受到越来越多的关注 (Dell *et al.*, 2014)。经济学家们研究了天气 (气候) 对经济增长 (Hsiang, 2010; Dell *et al.*, 2012)、劳动供给 (Connolly, 2008; Graff Zivin and Neidell, 2014)、能源消费 (Auffhammer and Aroonruengsawat, 2011; Deschênes and Greenstone, 2011)、死亡率 (Deschênes and Moretti, 2009; Deschênes and Greenstone, 2011; Barreca *et al.*, 2016; Yu *et al.*, 2019)、人力资本 (Graff Zivin *et al.*, 2018) 和冲突 (Hsiang *et al.*, 2013) 等方面的影响。尽管随着科技的发展，人类活动受天气的影响变小，但是气温、降雨和极端天气仍然影响着社会生活的方方面面。

在新气候经济学的研究领域，一个重要的问题是天气对劳动生产率的影响。与自然天气最直接相关的是农业部门，因此大量文献研究了气候对农业产出的影响 (Deschênes and Greenstone, 2007; Schlenker and Lobell, 2010; Lobell *et al.*, 2011; Burke and Emerick, 2016)。大多数研究发现，高温和降雨的负向冲击降低了农业产出。除农业外，学界也对制造业和服务业的劳动生产率开展研究。恶劣天气对于制造业同样产生了不同程度的负向影响。Cachon *et al.* (2012) 对美国汽车制造厂的研究发现，炎热、降雨、严寒、大风对于生产有显著负向的影响。Cai *et al.* (2018) 发现气温和纸杯制造厂工人的劳动生产率呈倒 U 形关系。相反，部分对服务业劳动生产率的研究却发现恶劣天气对劳动生产率产生了正向影响。例如 Lee *et al.* (2014) 对日本某银行的接线员工进行研究，发现降雨提高了通话效率。此外，部分学

者使用宏观的劳动生产率数据进行研究。Letta and Tol (2018) 利用 60 个国家 1960—2006 年的全要素生产率 (TFP) 数据, 发现气候变化只对穷国的 TFP 有显著负向的影响, 且影响程度小。Zander *et al.* (2015) 研究高温导致的旷工和工作效率下降带来的损失, 发现由于高温, 澳大利亚的 GDP 每年损失 62 亿美元。

目前, 大多文献关注气候的长期影响, 所用数据也基本为年度数据。部分文献尽管使用了天气的日数据, 但仍然是与年度经济变量相匹配, 计算一年中落入某段气温的天数的影响 (如 Barreca *et al.*, 2016; Zhang *et al.*, 2018)。而天气带来的短期影响较难研究, 当前使用天气的日数据与微观个体数据相匹配的仍然较少。Graff Zivin and Neidel (2014) 和 Connolly (2008) 使用 ATUS 调查数据研究当日的天气对时间分配的影响, Graff Zivin *et al.* (2018) 通过分析天气对测试成绩的影响研究了天气与认知能力的关系, 但这些研究使用的是截面数据, 难以跟踪研究劳动者的长期动态行为。目前仅有 Lee *et al.* (2014) 和 Cai *et al.* (2018) 使用了微观个体的每日劳动生产率数据, 研究降雨或气温对劳动生产率的影响。但是, 据我们所知, 尚未有文献研究天气对户外工作者劳动生产率的短期影响。

在研究天气对于劳动生产率的影响时, 一个有趣的问题是, 劳动者能否在短期内对天气产生适应。适应可以定义为人类行为对于真实或期望的气候所进行的调节, 以减少气候变化的伤害或得到益处 (IPCC, 2007)。天气的负向影响在长期可能会由于适应而被抵消。Barreca *et al.* (2016) 研究气温对死亡率的影响, 发现 1960 年以后, 高温的影响显著下降, 作者提出这是由于空调的使用, 技术进步帮助人类对天气产生适应。Yu *et al.* (2019) 对中国的研究也发现, 城市家庭会通过增加能源消耗和购买空调的方式适应极端严寒和炎热天气。Park (2016) 用人均工资数据代表劳动生产率, 发现一个常年温度较高的州对高温的敏感性较小, 一个较少经历极端炎热气温的州, 温度升高的负向影响更大。Graff Zivin and Neidell (2014) 关于时间分配的研究讨论了人们对炎热的短期适应。但是关于人类对天气的短期适应, 特别是劳动生产率的短期适应的研究相对缺乏。

分析短期内每日的天气对户外工作者劳动生产率的影响, 在一定程度上扩展了天气对劳动生产率影响的研究对象, 有助于在微观层面理解天气对劳动力的影响。同时, 研究劳动力对天气是否存在短期适应, 补充了现有研究的不足, 丰富了天气影响和人类适应的研究。

三、数据、变量与计量模型

(一) 天气数据

本文使用的天气数据来源于广东省气候中心提供的地级市气象站观测资

料。根据中国气象局的定义，最高气温在 35°C 以上可称为“高温天气”，高温容易引发身体不适，对户外劳动者有较大的伤害。快递员的工作时间通常为早8点至晚8点，一日中最高气温通常出现在14—15时，属于快递员工作时间。因此，若当日最高气温在 35°C 以上，定义该日为“高温”，作为本文的核心解释变量之一。另一方面，本文假设，降雨会增加快递员派送难度，为使降雨与快递员的工作时间保持一致，本文以当日8时至20时为一日区间，计算得到该日的总降雨量。根据气象学的一般定义，12小时内降雨量为0.1—5mm的可定义为小雨，5—15mm为中雨，15—30mm为大雨，30mm以上定义为暴雨。本文定义一个虚拟变量，将降雨量大于0.1mm的定义为“降雨”，以研究降雨对劳动生产率的影响。在天气状况方面，除高温和降雨外，本文控制了一日最低气温、最大风速和湿度。已有研究证明，空气污染也会损害劳动者的工作效率（Graff Zivin and Neidell, 2012; Chang *et al.*, 2019），因此，本文利用中国环境监测总站提供的地级市每日空气污染的数据，加入AQI（空气质量指数）作为环境污染方面的控制变量。

（二）劳动生产率数据

本文的研究对象是快递行业的劳动生产率，快递派件数据来自X快递公司，该公司在中国快递行业名列前茅，在全国有超过6万个派送网点。X快递公司提供了其在广东省21个地级市中随机抽取的部分分公司快递员2016年7月1日至2016年9月30日的派件量数据，分公司揽收量数据，以及快递员的个体特征信息。本文以快递员每日派送的快递量衡量快递员的劳动生产率。由于部分快递员可能只是兼职工作，因此本文只保留三个月内有派件量记录大于15天的快递员样本。

（三）描述性统计

7月至9月期间，广东省天气炎热，降雨较多。图1和图2描绘了2016年7月至9月全省每日的最高气温和12小时降雨量分布。广东省每日的最高气温由21个地级市的最高气温平均得到，全省每日的降雨量由各市的降雨量简单平均计算得出。在样本期间，超过90%的天数最高气温在 30°C 以上，约15%的时间全省平均最高气温在 35°C 以上，高温天数较多。高温天气同时也伴随着降雨，除10%的时间无雨外，其余时间有不同程度的降雨。约70%的天数降雨量在10毫米以下，全省平均降雨量大于30毫米的天数占2.18%。

在快递员劳动生产率和个体特征方面，快递员平均每日的派件量分布如图3所示，69.5%的快递员平均每日派件量在50—150件，只有13%的快递员平均每日派件量超过150件。日派件量最低的为5件，最高达到624件，个体间差异较大。由于X快递公司未提供所有快递员的个体特征信息，经过

匹配后, X 快递公司提供的数据中共有 479 个快递员在样本期内有完整的个人信息。快递员基本为男性, 平均年龄大约为 29.2 岁, 广东省外户籍的快递员数量大于本省户籍的快递员数量, 总体平均受教育程度为中专。变量定义及描述性统计见表 1。

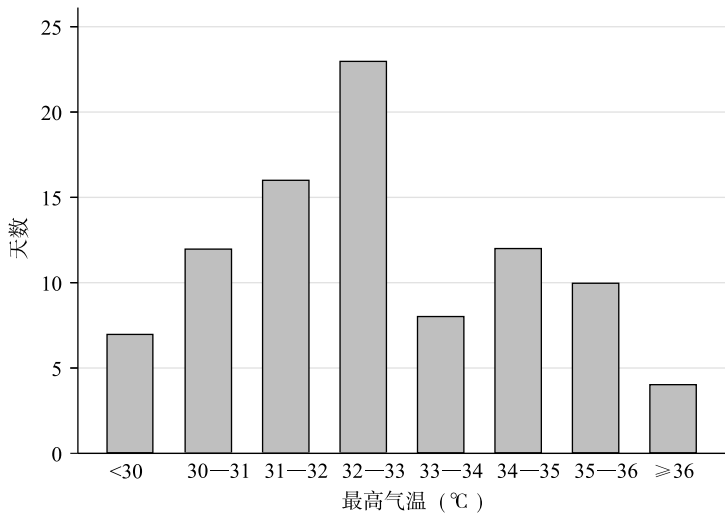


图 1 广东省 7—9 月每日最高气温分布

数据来源: 广东省气候中心, 2016 年。

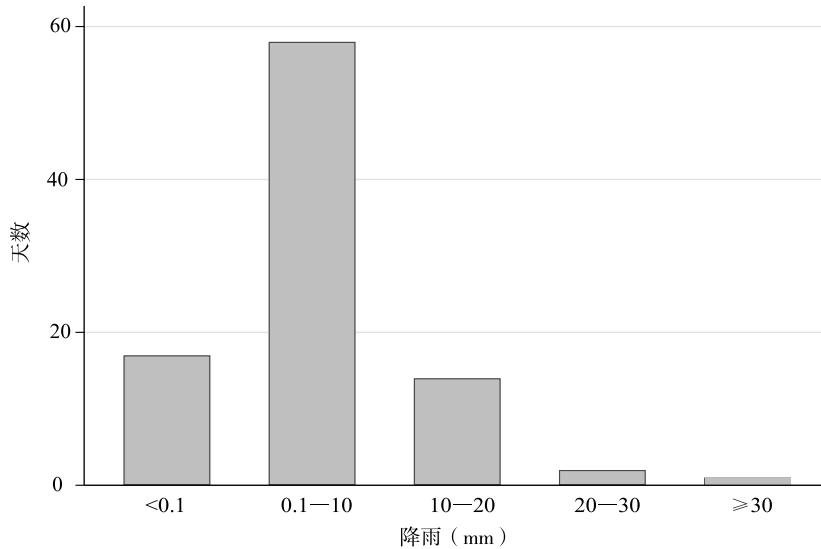


图 2 广东省 7—9 月每日降雨量分布

数据来源: 广东省气候中心, 2016 年。

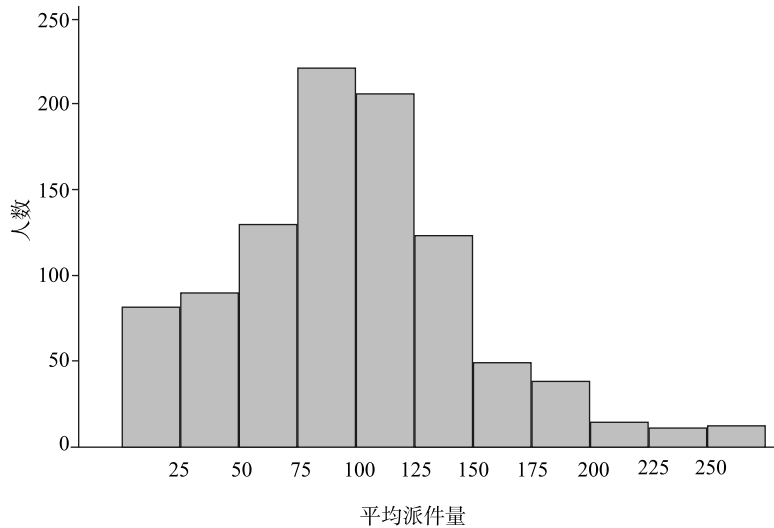


图3 快递员平均每日派件量分布

数据来源：根据各地级市分公司调查数据汇总得到。

表1 变量定义及描述性统计

变量名	变量定义	样本量	平均值	标准差	最大值	最小值
劳动生产率：						
派件量	快递员每日派件量	53 334	108.673	65.227	624	5
天气及污染状况：						
最高气温	一日最高气温 (°C)	53 334	32.352	2.397	38.9	19.7
高温	当日最高气温大于 35°C = 1； 否则 = 0	53 334	0.153	0.36	1	0
降雨量	8时至20时的降雨量 (mm)	53 334	5.648	13.52	111.4	0
降雨	8时至20时降雨量大于 0.1mm = 1；否则 = 0	53 334	0.446	0.497	1	0
最低气温	一日最低气温 (°C)	53 334	25.641	1.527	29.9	16.3
最大风速	最大小时平均风速 (m/s)	53 334	3.935	1.535	18.5	1.6
湿度	相对湿度 (%)	53 334	82.433	7.827	100	55
空气污染	AQI 指数	53 334	64.316	35.27	207	20
个体特征：						
性别	男 = 1；女 = 0	29 823	0.996	0.063	1	0
年龄	2016年时的年龄 (岁)	29 823	29.245	6.068	54	17
入职时长	至2016年的入职时长 (年)	29 823	1.636	1.463	16	1
籍贯	籍贯为广东省 = 1；否则 = 0	29 823	0.389	0.488	1	0

(续表)

变量名	变量定义	样本量	平均值	标准差	最大值	最小值
受教育程度	小学=1, 初中=2, 中专=3, 高中=4, 大专=5, 本科=6	29 823	3.059	1.031	6	0
其他:						
全省揽收量	X 公司提供的每日分公司累计 揽收量	53 334	840 822.4	113 126.1	1 129 150	655 523

注：样本包含的是快递员每人每日派件量的混合截面数据。

(四) 实证策略

本文的核心解释变量为高温和降雨。与一些文献的做法不同（如 Jones and Olken, 2010; Lee *et al.*, 2014），由于本文重点在于研究当日是否存在恶劣天气对劳动生产率的影响，因此在实证分析的主要部分，不直接以气温和降雨量的水平值作为核心解释变量，而是加入代表高温和降雨的虚拟变量，研究是否是高温天气和是否有降雨对快递员派送的影响。广东省地处亚热带和热带，2016 年全省平均气温 22.3°C^2 ，因此广东地区生活的人较为适应炎热的天气，尽管 7 月至 9 月平均气温和最高气温较高，但一日的最高气温低于一定的临界值时，劳动生产率受气温的影响可能并不大。当气温超过某个临界值后，劳动者还是不可避免受到高温天气的负面影响。同样，降雨量对快递员的派送效率有影响，在无雨和降雨两种不同的情况下，快递员的派送效率应存在一定差别。基于以上假说，本文提出的基准回归模型如下：

$$Y_{ict} = \theta Hot_{ct} + \delta Rainy_{ct} + \gamma Z_{ct} + \mu D_{ict} + \alpha_{ic} + \rho(t_i) + \epsilon_{ict}, \quad (1)$$

其中， Y_{ict} 代表 t 日 c 市的快递员 i 的派件量。X 公司未提供快递员每日工作时长数据，但是各分公司规定的员工每日工作时长均相同。 Hot_{ct} 为虚拟变量，当 t 日 c 市的最高气温大于等于 35°C 时取 1， $Rainy_{ct}$ 是 t 日 c 市 8 时至 20 时降雨量是否大于 0.1mm 的虚拟变量。 Z_{ct} 包含除高温和降雨外的天气和污染特征，包括最低气温、最大风速、相对湿度和 AQI 指数。如果只考虑天气情况的影响，可能存在遗漏变量的问题。快递行业受需求影响大，快递员每日的派件数量除了受天气影响外，还会受到每日需派快递量 D_{ict} 的影响。例如，如果当日应派的快递量大，快递员可能会主动加快派送速度，或者是通过加班的方式完成任务。此外，天气情况同样会影响需求量，例如在天气炎热时，人们更可能通过网购而不是到实体店购买的方式获得生活用品，因而增加了快递员每日需要派送的快递数。本文无法得到快递员每日“应派量”或“可派量”的数据。由于快递当地揽收并不一定在当地派送，当日揽收也

² 数据来源：《中国气象年鉴》(2017)。

通常不会当日就派送，因此，为了尽可能控制需求对派送量的影响，本文将X公司提供的各地级市分公司每日揽收量进行加总，得到广东 t 日全省的快递揽收量³，进而，在回归中加入了广东省 $t-1$ 日， $t-2$ 日和 $t-3$ 日全省的快递揽收量，作为快递员“应派量”的代理变量。尽管一省的揽收量无法准确代表每个快递员当日的任务量，但是可以在一定程度上控制客户需求对快递员工作的影响。⁴ α_{ic} 代表了个体固定效应，每个快递员的身体状况、熟练程度、工作条件和派送范围等不同，但是其中的一些数据难以得到，因此有必要加入个体固定效应。 t_i 包括了每周中的各天（day-of-week）虚拟变量和月份虚拟变量，控制一周中不同时间和不同月份的不可观测因素对劳动生产率的影响。

四、实证结果

（一）基本回归结果

在进行高温和降雨的分析前，本文按照一般做法，直接加入最高气温和降雨量的水平值进行回归。考虑到最高气温和派件量之间可能存在非线性的关系，同时加入了最高气温的平方。计量结果如表2所示。(1)—(3)列使用全样本进行估计，(4)—(6)列仅保留工作天数大于30天的样本，因为工作天数较少的快递员往往工作时间和工作量不稳定。从回归结果可发现，最高气温与派件量存在倒U形关系，其拐点大约为 33°C 。当最高气温大于 33°C 时，气温升高对快递员派件量的边际效应由正转为负。该结论与一些文献的结论有差异，如Seppänen *et al.* (2003)发现，气温在 25°C 左右时，工人的劳动生产率达到最高。结论的不同可能有以下几个原因：一是本文研究的是最高气温而不是平均气温，但最高气温和平均气温之间存在差异。图4描绘了样本期间所有地级市最高气温与平均气温之差的分布，平均来看，最高气温与平均气温有 4.2°C 左右的差距。即是，当最高气温为 33°C 时，平均气温约为 29°C 。二是本文的研究时间跨度较短，缺乏寒冷的季节，最高气温基本都在 30°C 以上，加上快递员生活在广东省，可能更加适应炎热天气。三是随着温度升高，网购的需求量随之增大，尽管本文控制了分公司的总揽收量，但是依然无法精确控制快递员的实际应派件量，因此，在气温逐渐上升但未到达一定临界点时，由于工作压力的增加，快递员的每日派件量也可能随之上升。但是，当最高气温超过一定的限度时，尽管应派件量在继续增大，但是

³ 此处是X公司随机抽取的所有分公司揽收量加总，并不等于全省所有分公司的揽收量加总。

⁴ 作者认为广东省地域范围内过去3日的快递揽收量与该日某一地级市的空气污染指数不存在直接关系，全省滞后期的揽收情况不直接影响每个地级市当日的空气污染状况，因此未考虑二者之间的内生性问题。在本文的样本中，AQI指数与广东省 $t-1$ 日， $t-2$ 日和 $t-3$ 日全省的快递揽收量之间的相关系数最高只有0.1。

由于高温天气对人体的损害,快递员的每日实际派件量逐渐下降。此外,降雨量对快递员的劳动生产率有显著负向的影响,平均来看,降雨量增加10mm,快递员的派件量减少约0.4件。此外,最低气温、最大风速和湿度对派件量有正向影响,而空气污染对劳动生产率有负向的影响。

表2 最高气温和降雨对派件量的影响

	全样本			工作天数 ≥ 30 天		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
最高气温	3.947*** (1.020)	2.437** (1.050)	2.133** (1.062)	4.232*** (1.084)	2.780** (1.113)	2.425** (1.126)
最高气温平方	-0.062*** (0.016)	-0.039** (0.017)	-0.033* (0.017)	-0.066*** (0.017)	-0.044** (0.018)	-0.037** (0.018)
降雨量	-0.020* (0.011)	-0.042*** (0.013)	-0.041*** (0.013)	-0.021* (0.011)	-0.045*** (0.013)	-0.044*** (0.013)
最低气温		0.497*** (0.147)	0.472*** (0.149)		0.460*** (0.154)	0.432*** (0.155)
最大风速		0.592*** (0.116)	0.541*** (0.120)		0.624*** (0.121)	0.567*** (0.125)
湿度		0.067** (0.027)	0.063** (0.027)		0.070** (0.028)	0.065** (0.029)
空气污染			-0.010 (0.006)			-0.011* (0.006)
样本量	51 570	51 570	51 570	47 183	47 183	47 183
R^2	0.735	0.735	0.735	0.734	0.735	0.735

注:所有回归均控制了个体固定效应、月份固定效应和星期中的某日固定效应,并且控制了过去3天广东省所有地级市分公司的快递总揽收量。样本中包含的是快递员每人每日派件量的混合截面数据。括号中报告的是稳健标准误。* $p < 0.1$,** $p < 0.05$,*** $p < 0.01$ 。

进一步,我们使用设定虚拟变量的方式研究恶劣天气对快递员派件量的影响,回归结果如表3所示。(1)–(3)列使用全样本进行估计。第(1)列只加入核心解释变量“降雨”和“高温”,二者的影响均显著为负。当其他条件不变时,如果该天存在降雨,平均导致一个快递员的派送量减少大约1件,而如果该天高温,一个快递员的派送量平均减少2.2件。第(2)列加入了最低气温、风速和湿度作为控制变量,第(3)列在第(2)列的基础上考虑了空气污染的影响,降雨和高温的影响依然显著为负,符号方向基本符合预期。(4)–(6)列限制样本范围,只考虑在3个月期间内,工作天数大于30天的样本。估计结果与全样本的结果基本一致,但是系数的绝对值都有所增大。

可以认为，恶劣天气确实损害了劳动者的劳动生产率，平均来看，高温的影响比降雨的影响更大，高温导致每个快递员的派送数量减少约 2 件，降雨导致每个快递员的派送数量减少约 1 件。

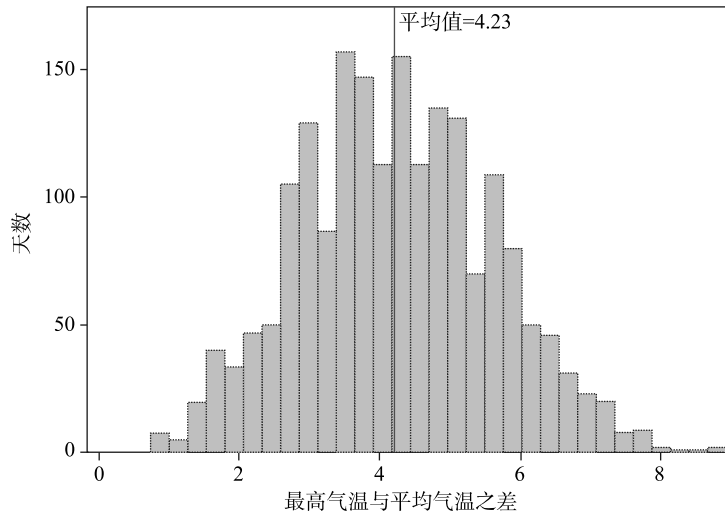


图 4 最高气温与平均气温差异

注：图中使用的是广东省 21 个地级市每日的气温数据。

表 3 降雨和高温对派件量的影响

	全样本			工作天数 ≥ 30 天		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
降雨	-0.984*** (0.342)	-0.952** (0.435)	-1.006** (0.440)	-1.023*** (0.353)	-0.964** (0.444)	-1.020** (0.449)
高温	-2.235*** (0.520)	-2.157*** (0.535)	-1.938*** (0.572)	-2.461*** (0.542)	-2.386*** (0.558)	-2.155*** (0.597)
样本量	51 570	51 570	51 570	47 183	47 183	47 183
R ²	0.735	0.735	0.735	0.734	0.735	0.735

注：所有回归均控制了个体固定效、月份固定效应和星期中的某日固定效应，并且控制了过去 3 天广东省所有地级市分公司的快递总揽收量，第 (2) 列和第 (5) 列控制了最低气温、最大风速和湿度，第 (3) 列和第 (6) 列分别在第 (2) 列和第 (5) 列的基础上控制了空气污染的影响。样本中包含的是快递员每人每日派件量的混合截面数据。括号中报告的是稳健标准误。* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$ 。

天气的影响是非线性的。在温度较为适宜时，气温升高对生产率造成的损失很少，但是当气温较高时，气温上升带来的负向影响会更大 (Hsiang, 2010)。为更细致地分析最高气温和降雨量对派件量的非线性影响效应，本文把 8 时至 20 时的降雨量分为五个区间 (单位为 mm)：[0, 0.1], (0.1, 5],

(5, 15], (15, 30], (30, 111.4]。同时,把最高气温也划分为五个区间(单位为 $^{\circ}\text{C}$): [19.7, 31), [31, 33), [33, 35), [35, 37), [37, 38.9]。表4中第(1)列未控制其他天气状况和污染的影响,第(2)列在第(1)列的基础上加入了最低气温、最大风速、湿度和AQI。由第(2)列可得,以无雨(降雨量小于等于0.1mm)作为基准组,小雨和中雨的影响虽然为负但是不显著,并且系数绝对值也较小,即当降雨量较小时,对劳动生产率的负向影响较小。而当降雨量在30mm以上时,相较于晴朗天气(降雨量为0),快递员的派件量平均减少2.1件,并且其系数在1%的水平上显著,说明暴雨天气对快递员的派送有较大的不利影响。在最高气温方面,考虑到表2中得到最高气温对劳动生产率的影响呈现倒U形关系,且拐点约为 33°C ,本文选择以 $[31^{\circ}\text{C}, 33^{\circ}\text{C})$ 温度区间为基准组。当最高气温在 $[31^{\circ}\text{C}, 33^{\circ}\text{C})$ 时,平均气温约位于 26.8°C — 28.8°C 区间,而人体夏季的适宜温度偏高,约为 26°C — 28°C ,因此该温度区间也更接近人体适宜的温度环境。回归结果发现其他的最高气温区间对派件量均有显著负向的作用。特别是当最高气温大于等于 37°C 时,如果其他条件一定,快递员的平均派送量减少约3.1件。当限定样本范围为工作天数大于30天的样本时,结论保持不变。为了更直观地展示最高气温和降雨量的非线性影响,本文根据表4的第(2)列回归,将降雨量和最高气温的系数及其95%置信区间分别画于两幅图上,如图5所示。

表4 不同温度和降雨区间对派件量的影响

	全样本		工作天数 ≥ 30 天	
	(1)	(2)	(3)	(4)
降雨量 (0.1, 5]	-0.492 (0.444)	-0.757 (0.486)	-0.341 (0.461)	-0.620 (0.501)
降雨量 (5, 15]	-0.130 (0.545)	-0.618 (0.621)	-0.238 (0.566)	-0.767 (0.642)
降雨量 (15, 30]	-0.821 (0.666)	-0.967 (0.719)	-0.971 (0.665)	-1.143 (0.712)
降雨量 >30	-1.316* (0.689)	-2.124*** (0.789)	-1.319* (0.720)	-2.208*** (0.818)
最高气温 [19.7, 31)	-2.058*** (0.399)	-1.551*** (0.429)	-2.048*** (0.414)	-1.553*** (0.447)
最高气温 [33, 35)	-1.716*** (0.439)	-1.728*** (0.453)	-1.510*** (0.456)	-1.501*** (0.471)
最高气温 [35, 37)	-3.008*** (0.589)	-2.615*** (0.657)	-3.128*** (0.612)	-2.667*** (0.684)

(续表)

	全样本		工作天数 ≥ 30 天	
	(1)	(2)	(3)	(4)
最高气温 ≥ 37	-3.542*** (1.368)	-3.111** (1.441)	-3.760*** (1.406)	-3.299** (1.480)
样本量	51 570	51 570	47 183	47 183
R ²	0.735	0.736	0.735	0.735

注：降雨量的单位是 mm，最高气温的单位是℃。所有回归均控制了个体固定效应、月份固定效应和星期中的某日固定效应，并且控制了过去 3 天广东省所有地级市分公司的快递总揽收量。第 (2) 列和第 (4) 列控制了最低气温、最大风速、湿度和空气污染。样本中包含的是快递员每人每日派件量的混合截面数据。括号中报告的是稳健标准误。* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$ 。

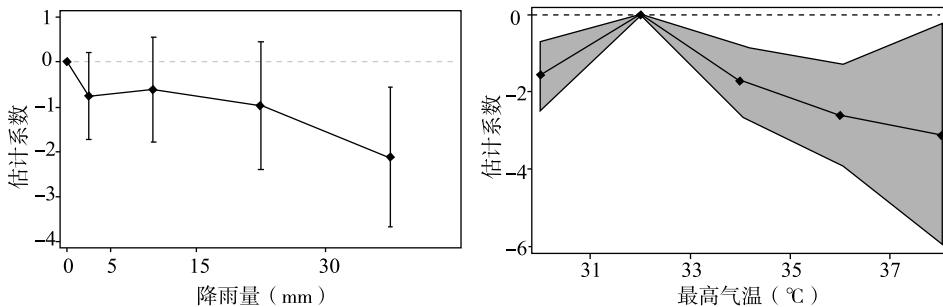


图 5 估计系数和置信区间

注：图中的菱形代表降雨和最高气温的估计系数，系数来源于表 4 的第 (2) 列回归，左侧图中基准组为降雨量为 0 的组别，右侧图中基准组为最高温度在 [31, 33) 区间的组别，基准组的系数默认为 0。在降雨的估计系数图中，线段代表系数 95% 的置信区间；在最高气温的估计系数图中，阴影部分代表系数 95% 的置信区间。

(二) 个体异质性

天气对不同特征的个体影响可能存在差异。本文从两个方面探讨个体受天气影响的异质性。首先，根据快递员的平均派件量，将快递员样本从低到高均分为 4 组，分样本回归如表 5 所示，第 (1) 列至第 (4) 列分别对平均派件量在最低 25% 到最高 25% 的快递员样本进行回归。只有对于平均派件量在上 50% 分位的快递员，恶劣天气的影响是显著为负的。对于平均派件量最高的 25% 的快递员来说，天气的影响更大，在其他条件一定时，如果该天高温，平均派件量降低 5.5 件，若当天有降雨，平均派件量减少 3.3 件。这可能是由于，对于平均派件量较少的快递员，如每天派件量在 20 件以下，尽管天气恶劣，仍然有充足的时间完成工作量。但是对于平均派件量较高，如日均派件量超过 200 件的快递员，本身任务量大，如果遭遇不利的天气条件，尽管加班也难以完成，因此受到天气的影响更大。

表5 天气对不同平均派件量的快递员的影响

	≤25%	25%—50%	50%—75%	>75%
	(1)	(2)	(3)	(4)
降雨	0.369 (0.783)	0.605 (0.767)	-1.975** (0.796)	-3.263*** (1.005)
高温	0.926 (0.949)	0.890 (1.122)	-2.186** (1.051)	-5.553*** (1.232)
样本量	9 399	12 771	14 383	15 017
R ²	0.341	0.109	0.102	0.616

注：所有回归均控制了个体固定效应、月份固定效应和星期中的某日固定效应，并且控制了过去3天广东省所有地级市分公司的快递总揽收量，最低气温、最大风速、湿度和空气污染。第(1)列至第(4)列分别包括了平均派件量在最低的25%，25%—50%，50%—75%，以及最高25%的快递员样本，样本中包含的是快递员每人每日派件量的混合截面数据。括号中报告的是稳健标准误。* $p < 0.1$ ，** $p < 0.05$ ，*** $p < 0.01$ 。

其次，除平均派件量的差异外，个体特征也可能导致快递员对天气情况有不同的反应。本文根据快递员的不同特征分类，将样本分为：(1)按年龄分为30岁以下(包含30岁)和30岁以上；(2)按入职时间分为大于3年和小于等于3年；(3)按户籍分为广东省和其他省；(4)按教育程度分为高中及以上和高中以下。

从表6可以发现，对于30岁以下的快递员来说，降雨和高温对派件量的影响是显著为负的，而对于30岁以上的快递员来说，天气的影响却较小。一个可能的原因是，虽然30岁以下的快递员更年轻，在身体素质上有一定的优势，但是其工作经验不够丰富，在天气情况不利时容易受到影响。这一推测在列(3)、(4)中得到了一定的验证，因为对于工作时长小于3年的快递员来说，降雨和高温系数的显著性均高于工作时长大于3年的快递员。将样本分为本省和外省籍贯的快递员时，发现广东省户籍的受高温和降雨的影响是显著的，户籍为其他省的快递员受高温的负向影响显著。最后两列回归根据受教育程度划分样本时，发现如果受教育程度较低(在高中以下)，快递员受到降雨和高温的负向影响均是显著的。

表6 个体异质性分析

	年龄		工作时长		籍贯		受教育程度	
	≤30岁	>30岁	>3年	≤3年	广东省	其他省	高中及以上	高中以下
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
降雨	-1.719** (0.737)	-0.617 (0.940)	-3.417 (3.018)	-1.250** (0.594)	-1.742* (0.954)	-1.189 (0.742)	-1.237 (0.911)	-1.571** (0.756)

(续表)

	年龄		工作时长		籍贯		受教育程度	
	≤30岁	>30岁	>3年	≤3年	广东省	其他省	高中及以上	高中以下
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
高温	-4.346*** (1.011)	-1.101 (1.191)	-2.728 (3.124)	-3.217*** (0.802)	-2.764** (1.148)	-3.459*** (1.061)	-3.808*** (1.213)	-2.601*** (1.003)
样本量	19 093	9 651	1 506	27 238	11 199	17 545	12 242	16 502
R ²	0.636	0.787	0.720	0.698	0.769	0.628	0.722	0.682

注：所有回归均控制了个体固定效应、月份固定效应、星期中的某日固定效应，并且控制了过去3天广东省所有地级市分公司的快递总揽收量，最低气温、最大风速、湿度和空气污染。样本中包含的是快递员每人每日派件量的混合截面数据。括号中报告的是稳健标准误。* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$ 。

(三) 劳动力对天气的短期适应

1. 对高温天气的敏感程度下降

为了检验劳动力是否能在短期内对天气产生适应，本文首先检验了快递员在经历了较多高温天气后，是否在8月对高温的敏感程度相较于7月有所下降。本文在此部分的研究中剔除了9月的样本，因为9月平均气温下降，最高气温超过35℃的天数仅占4%，因此只比较7月和8月的差异。在表7中，本文首先将7月和8月的样本分别进行回归。第(1)、(2)列对比发现，7月高温的系数显著为负，但到8月时，该系数变为不显著。第(3)列将7月和8月的样本混合，加入高温和8月的交互项，同时控制了8月的虚拟变量。高温的系数显著为负，但是高温与8月的交互项在5%的水平上显著为正，说明与7月相比，8月高温对派件量的负向影响显著下降。进一步，本文将快递员一日的派件数据与该日前所在地级市当年最高气温超过35℃的天数相匹配。高温天气主要在7月和8月出现，在7月之前的频率极低。第(4)–(5)列分别对7月和8月的样本进行回归，7月高温与过去高温天数交互项显著为正，在7月时，过去经历的高温天数越多，高温的负向影响越小。过去高温天数的系数显著为负，意味着高温天气对快递员身体有累积的损伤，因此降低了劳动生产率。但是8月时，交互项的系数虽然为正但是不显著，此时高温的系数同样不显著，这可能是由于8月快递员对高温天气已经不再敏感，因此高温已未见显著影响。当把7月和8月的样本混合时，两项系数仍然不显著。但是7月回归的样本在一定程度上表明，劳动力在短期会对炎热天气有适应的过程。

由于本文讨论的高温适应是短期的适应，并且以上分析发现在其他条件一定的情况下，7月时快递员经历的过去高温天数越多，高温天气对其劳动生产率的损害越小。表7中“过去高温天数”所用数据是从年初开始计算的累

计量,表8进一步使用“过去一个月高温天数”“过去两周高温天数”和“过去一周高温天数”替换“过去高温天数”,并只保留7月的样本进行分析。结果表明,高温与过去30天、14天和7天的交互项的系数均是显著为正,并且系数逐步增大,这也表明快递员存在对高温的适应,尤其是对近期高温的适应。如果近期经历了更多高温天气,则高温天气的损害相对更小。

表7 7月和8月高温对派件量的影响

	7月	8月	7月+8月	7月	8月	7月+8月
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
高温	-4.792*** (1.115)	0.003 (0.839)	-2.637*** (0.807)	-5.686*** (1.522)	-2.524 (2.336)	-1.357 (1.064)
高温×8月			2.120** (1.022)			
高温×过去高温天数				0.300*** (0.106)	0.094 (0.092)	0.007 (0.050)
过去高温天数				-2.156*** (0.209)	-0.613*** (0.151)	-0.801*** (0.069)
样本量	16 495	18 689	35 217	16 495	18 689	35 217
R ²	0.752	0.782	0.744	0.753	0.782	0.745

注:所有回归均控制了个体固定效应和星期中的某日固定效应,并且控制了过去3天广东省所有地级市分公司的快递总揽收量,降雨虚拟变量,最低气温,最大风速,湿度和空气污染,第(3)和第(6)列加入了8月的虚拟变量。样本中包含的是快递员每人每日派件量的混合截面数据。括号中是稳健标准误。* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$ 。

表8 过去高温天气对劳动生产率的影响

	(1)	(2)	(3)
高温	-7.932*** (1.591)	-8.936*** (1.561)	-5.980*** (1.261)
高温×过去30天高温天数	0.522** (0.241)		
过去30天高温天数	-2.463*** (0.287)		
高温×过去14天高温天数		1.570*** (0.418)	
过去14天高温天数		-2.676*** (0.438)	
高温×过去7天高温天数			1.595*** (0.415)

(续表)			
	(1)	(2)	(3)
过去7天高温天数			-3.797*** (0.313)
样本量	16 495	16 495	16 495
R ²	0.753	0.752	0.754

注：所有回归均控制了个体固定效应和星期中的某日固定效应，并且控制了过去3天广东省所有地级市分公司的快递总揽收量，降雨虚拟变量，最低气温，最大风速，湿度和空气污染。样本中包含的是7月快递员每人每日派件量的混合截面数据。括号中是稳健标准误。* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$ 。

2. 根据天气情况调整工作量

如果快递员会根据天气状况灵活调节工作量，那么滞后期的恶劣天气可能会对当期的劳动生产率有正向的影响。但由于快递通常必须在规定期限内投递，如果某日降雨导致该日未能完成所有派件任务，快递员由于公司制度的压力，不得不在后续的一到两天完成，难以完全区分两种因素的作用。本文的分析思路是，将所有样本分为两类进行分样本回归： t 日无降雨和 t 日降雨，估计滞后期恶劣天气的效应。上文已经证明，某日的恶劣天气会降低当日的派送效率，如果快递员在后续几天增加派送量仅仅是出于公司制度的压力，那么当本日的天气状况不佳时，滞后期的恶劣天气仍然应存在正向的影响。反之，如果仅当天气晴朗时，滞后期的降雨有正向影响，这在一定程度上证明，快递员存在主动的工作调节。

表9中(1)—(4)列为今日晴朗的样本，第(1)列加入了滞后3期的降雨变量， $t-1$ 期的降雨对 t 日的派件量有负向的影响，但在统计上不显著，但是 $t-2$ 期和 $t-3$ 期的降雨都存在显著正向的影响。第(2)列放入过去3天降雨的天数，同样发现，过去3天内，降雨的天数增加一天，本期的派件量平均增加1.6件。回归(3)和回归(4)分别在列(1)和列(2)的基础上增加了滞后期的高温变量，控制滞后期高温天气的影响，结论保持稳健。

(5)—(8)列估计了若今日仍然降雨，滞后期的降雨是否仍有正向的效应。结果证明，当今日天气状况依然恶劣时，滞后期的降雨系数均为负，并不存在正向的影响。这进一步说明，快递员对于降雨的干扰会进行主动或被动的调节，在小的时间范围内对工作量进行替代。如果过去几日降雨，而今日不再降雨，快递员则会把累积的快递放至今日完成，因此过去的恶劣天气对本期的劳动生产率起了促进的作用。但是在短期内，快递员并不对炎热天气主动进行工作量的替代，滞后期的高温天气对劳动生产率负向影响较大。⁵

⁵ 由于篇幅所限，此处未报告回归结果，如有需要可向作者索取。

表9 滞后期降雨的影响:分样本回归

	<i>t</i> 日无降雨				<i>t</i> 日降雨			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>t</i> -1 日降雨	-0.510 (0.546)		0.337 (0.565)		-1.890*** (0.592)		-2.139*** (0.607)	
<i>t</i> -2 日降雨	1.058** (0.490)		1.001** (0.510)		-1.108* (0.618)		-1.437** (0.644)	
<i>t</i> -3 日降雨	3.736*** (0.457)		2.372*** (0.474)		-0.385 (0.557)		-0.624 (0.578)	
过去3天降雨 天数		1.638*** (0.235)		1.417*** (0.234)		-1.033*** (0.298)		-1.479*** (0.321)
高温	-3.359*** (0.704)	-2.950*** (0.699)	-2.791*** (0.748)	-1.536** (0.703)	-2.239 (1.381)	-2.199 (1.373)	-1.060 (1.452)	-1.208 (1.405)
<i>t</i> -1 日高温			-0.961 (0.815)				-2.451** (1.045)	
<i>t</i> -2 日高温			-2.729*** (0.834)				-0.396 (0.959)	
<i>t</i> -3 日高温			-5.136*** (0.763)				-0.166 (0.865)	
过去3天高温 天数				-6.147*** (0.584)				-2.578*** (0.741)
样本量	28 847	28 847	28 847	28 847	22 723	22 723	22 723	22 723
R^2	0.743	0.743	0.744	0.744	0.743	0.743	0.743	0.743

注:所有回归均控制了个体固定效应、月份固定效应和星期中的某日固定效应,并且控制了过去3天广东省所有地级市分公司的快递总揽收量,最低气温、最大风速、湿度和空气污染。样本中包含的是快递员每人每日派件量的混合截面数据。括号中是稳健标准误。* $p < 0.1$, ** $p < 0.05$, *** $p < 0.01$ 。

五、结 论

本文研究了天气情况对快递员派件效率的影响。结果表明,在高温天气下(气温高于35℃),快递员平均每人每天少派送约2件快递;而如果工作时间12小时内有降雨,快递员的派件数平均减少约1件。尽管从系数大小来看,天气情况对快递派送量的影响并不大,但是考虑到我国已经有超过300

万的快递员⁶，天气对劳动生产率和社会福利的影响不容忽视。

本文还发现，天气对快递员的影响具有异质性。每日派件量越大的快递员，越容易受到恶劣天气情况的影响。此外，对于30岁以下、入职时长少于3年、工作经验缺乏的劳动者，天气对劳动生产率的影响更显著。

此外，本文还重点探讨了劳动者的适应行为。劳动者对天气存在一定的短期适应，快递员在8月对高温的敏感程度相较于7月有所降低。并且，劳动者在一定程度上会根据天气进行工作量的替代，减少恶劣天气对劳动者的负面影响。过去对于适应的研究通常认为只有在长期人类才存在对自然环境的适应，然而除了长期适应，短期内劳动者也会进行调节，减少天气对其带来的影响，但其适应的能力有一定的限度。

自然环境对于人类社会生活的影响始终存在。在当今全球变暖和极端天气日益频繁的背景下，夏季的高温天气可能进一步增加，恶劣天气对于户外劳动者的影响可能会进一步加大。本文的研究对于气候政策的制定也有一定的参考价值。天气政策的制定会影响到经济的诸多方面，因此政府在制定天气政策时，需要更加慎重。在未来，提高劳动者在恶劣天气下的劳动生产率，让劳动者得以在恶劣天气条件下合理灵活安排劳动时间，以减少恶劣天气对劳动者身心的损害，是政策制定的重要方向。

本文的局限性在于，样本期间仅涵盖夏季的3个月，因此重点研究高温天气的影响。由于持续的高温天气，加上无法完全控制快递员每日任务量的影响，本文发现的劳动生产率最优的最高气温区间高于其他相关研究（如Cai *et al.*, 2018、Zhang *et al.*, 2018）。作者未能得到更丰富的数据，这将是未来研究改进的方向。

参 考 文 献

- [1] Auffhammer, M., and A. Aroonruengsawat, "Simulating the Impacts of Climate Change, Prices and Population on California's Residential Electricity Consumption", *Climatic Change*, 2011, 109 (1), 191-210.
- [2] Barreca, A., K. Clay, O. Deschenes, M. Greenstone, and J. S. Shapiro, "Adapting to Climate Change: The Remarkable Decline in the US Temperature-Mortality Relationship over the Twentieth Century", *Journal of Political Economy*, 2016, 124 (1), 105-159.
- [3] Barrios, S., L. Bertinelli, and E. Strobl, "Trends in Rainfall and Economic Growth in Africa: A Neglected Cause of the African Growth Tragedy", *The Review of Economics and Statistics*, 2010, 92 (2), 350-366.
- [4] Bloom, D. E., D. Canning, and J. Sevilla, "The Effect of Health on Economic Growth: A Production Function Approach", *World Development*, 2004, 32 (1), 1-13.

⁶ 数据来源：第一财经商业数据中心（CBNDData）、苏宁易购，《2018快递员群体洞察报告》，<https://www.cbndata.com/report/983/detail?isReading=report&-page=1>，访问时间：2021年4月24日。

- [5] Burke, M., and K. Emerick, "Adaptation to Climate Change: Evidence from US Agriculture", *American Economic Journal: Economic Policy*, 2016, 8 (3), 106-140.
- [6] Cachon, G. P., S. Gallino, and M. Olivares, "Severe Weather and Automobile Assembly Productivity", Working Paper, 2012.
- [7] Cai, X., Y. Lu, and J. Wang, "The Impact of Temperature on Manufacturing Worker Productivity: Evidence from Personnel Data", *Journal of Comparative Economics*, 2018, 46 (4), 889-905.
- [8] Chang, T., J. Graff Zivin, T. Gross, and M. Neidell, "The Effect of Pollution on Worker Productivity: Evidence from Call-Center Workers in China", *American Economic Journal: Applied Economics*, 2019, 11 (1), 151-172.
- [9] Connolly, M., "Here Comes the Rain Again: Weather and the Intertemporal Substitution of Leisure", *Journal of Labor Economics*, 2008, 26 (1), 73-100.
- [10] Dell, M., B. F. Jones, and B. A. Olken, "Temperature Shocks and Economic Growth: Evidence from the Last Half Century", *American Economic Journal: Macroeconomics*, 2012, 4 (3), 66-95.
- [11] Dell, M., B. F. Jones, and B. A. Olken, "What Do We Learn from the Weather? The New Climate-Economy Literature", *Journal of Economic Literature*, 2014, 52 (3), 740-798.
- [12] Deschênes, O., and M. Greenstone, "The Economic Impacts of Climate Change: Evidence from Agricultural Output and Random Fluctuations in Weather", *American Economic Review*, 2007, 97 (1), 354-385.
- [13] Deschênes, O., and M. Greenstone, "Climate Change, Mortality, and Adaptation: Evidence from Annual Fluctuations in Weather in the US", *American Economic Journal: Applied Economics*, 2011, 3 (4), 152-185.
- [14] Deschênes, O., "Temperature, Human Health, and Adaptation: A Review of the Empirical Literature", *Energy Economics*, 2014, 46, 606-619.
- [15] Deschênes, O., and E. Moretti, "Extreme Weather Events, Mortality, and Migration", *The Review of Economics and Statistics*, 2009, 91 (4), 659-681.
- [16] Golob, T. F., and W. W. Recker, "Relationships among Urban Freeway Accidents, Traffic Flow, Weather, and Lighting Conditions", *Journal of Transportation Engineering*, 2003, 129 (4), 342-353.
- [17] Graff Zivin, J., and M. Neidell, "The Impact of Pollution on Worker Productivity", *American Economic Review*, 2012, 102 (7), 3652-3673.
- [18] Graff Zivin, J., and M. Neidell, "Temperature and the Allocation of Time: Implications for Climate Change", *Journal of Labor Economics*, 2014, 32 (1), 1-26.
- [19] Graff Zivin, J., S. M. Hsiang, and M. Neidell, "Temperature and Human Capital in the Short and Long Run", *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, 2018, 5 (1), 77-105.
- [20] Hancock, P. A., J. M. Ross, and J. L. Szalma, "A Meta-Analysis of Performance Response under Thermal Stressors", *Human Factors*, 2007, 49 (5), 851-877.
- [21] Hsiang, S. M., "Temperatures and Cyclones Strongly Associated with Economic Production in the Caribbean and Central America", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2010, 107 (35), 15367-15372.
- [22] Hsiang, S. M., M. Burke, and E. Miguel, "Quantifying the Influence of Climate on Human Conflict", *Science*, 2013, 341 (6151), 1235367.
- [23] IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press, 2007.

- [24] Jones, B. F., and B. A. Olken, "Climate Shocks and Exports", *American Economic Review*, 2010, 100 (2), 454-459.
- [25] Koetse, M. J., and P. R. Rietveld, "The Impact of Climate Change and Weather on Transport: An Overview of Empirical Findings", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 2009, 14 (3), 205-221.
- [26] Lee, J. J., F. Gino, and B. R. Staats, "Rainmakers: Why Bad Weather Means Good Productivity", *Journal of Applied Psychology*, 2014, 99 (3), 504-513.
- [27] Letta, M., and R. S. J. Tol, "Weather, Climate and Total Factor Productivity", *Environmental and Resource Economics*, 2018, 1-23.
- [28] 梁婧、张庆华、龚六堂, "城市规模与劳动生产率: 中国城市规模是否过小? ——基于中国城市数据的研究", 《经济学》(季刊), 2015 年第 14 卷第 3 期, 第 1053—1072 页。
- [29] Lobell, D. B., W. Schlenker, and J. Costa-Roberts, "Climate Trends and Global Crop Production Since 1980", *Science*, 2011, 333 (6042), 616-620.
- [30] Nielsen, B., J. R. Hales, S. O. R. Strange, N. J. Christensen, J. O. R. Warberg, and B. Saltin, "Human Circulatory and Thermoregulatory Adaptations with Heat Acclimation and Exercise in a Hot, Dry Environment", *The Journal of Physiology*, 1993, 460 (1), 467-85.
- [31] Park, J., "Will We Adapt? Temperature Shocks, Labor Productivity, and Adaptation to Climate Change in the United States", Working Paper, 2016.
- [32] Schlenker, W., and D. B. Lobell, "Robust Negative Impacts of Climate Change on African Agriculture", *Environmental Research Letters*, 2010, 5 (1), 14010.
- [33] Seppänen, O., W. J. Fisk, and D. Faulkner, "Cost Benefit Analysis of the Night-time Ventilative Cooling in Office Building", Proceedings of the Healthy Buildings 2003 Conference, 2003.
- [34] Yu, X., X. Lei, and M. Wang, "Temperature Effects on Mortality and Household Adaptation: Evidence from China", *Journal of Environmental Economics and Management*, 2019, 96, 195-212.
- [35] Zander, K. K., W. J. W. Botzen, E. Oppermann, T. Kjellstrom, and S. T. Garnett, "Heat Stress Causes Substantial Labour Productivity Loss in Australia", *Nature Climate Change*, 2015, 5 (7), 647.
- [36] Zhang, P., O. Deschênes, K. Meng, and J. Zhang, "Temperature Effects on Productivity and Factor Reallocation: Evidence from a Half Million Chinese Manufacturing Plants", *Journal of Environmental Economics and Management*, 2018, 88, 1-17.

How Does Bad Weather Affect Labor Productivity?

—Evidence from the Adaptation Behavior of Couriers

CHUNCHAO WANG* QIANQIAN LIN
(*Jinan University*)

Abstract This study investigates the effect of bad weather on labor productivity, and finds that high temperature and rainfall significantly reduce courier's delivery efficiency. The effect is heterogeneous, and those who are with larger delivery order volume, younger and having shorter working years are more affected by the weather. Workers are able to adapt to the weather in the short term. In August, their sensitivity to high temperature is reduced compared to July, and they would adjust the workload according to the rainfall in the adjacent days. It is important to allow workers to arrange their working time flexibly under severe weather conditions.

Keywords weather, labor productivity, short-term adaptation

JEL Classifications J24, L87, Q54

* Corresponding Author: Chunchao Wang, College of Economics, Jinan University, No. 601, Huangpu Avenue West, Tianhe District, Guangzhou, Guangdong, 510632, China; Tel: 86-20-85220174; E-mail: twangcc@jnu.edu.cn.