

# 天气冲击、动态调价与劳动供给

——来自上海出租车市场的证据

马艺媛 曹思力 朱喜 朱平芳\*

**摘要:** 本文分别基于新古典和行为经济学理论分析降雨对出租车驾驶员劳动供给的影响,并利用上海出租车市场大数据进行检验。基于固定运价下的巡游车数据,发现工作环境恶化会抑制劳动供给;将其与市场化运价下的网约车对比,发现工资激励可以缓解气候变化对劳动供给的负面效应;经验证据表明,两类驾驶员行为符合参照点依赖偏好理论。因此,政府可以通过赋予企业更大的定价自主权,来提高其应对气候变化的能力并改进居民福利。

**关键词:** 天气冲击;劳动供给;平台经济

**DOI:** 10.13821/j.cnki.ceq.2024.05.12

## 一、引言

随着气候变化对人类经济活动影响的加深(Nordhaus, 2019),天气变化对劳动力市场的影响成为愈发重要的议题。其中,天气变化对劳动供给的影响是一个备受关注的根本问题(Oettinger, 1999; Connolly, 2008; Graff Zivin and Neidell, 2014 等)。然而绝大多数微观调查数据缺乏细致的劳动供给信息,且大部分工作的薪资和工作时长较为固定,无法充分反映劳动力面对天气变化时的决策调整。而出租车驾驶员可以更为自由地决定劳动参与和工作时长,且工作过程以电子行程单的形式被客观、海量记录。在面临天气变化等冲击时,这些电子行程单可以充分反映劳动供给的实时变化,因此成为检验劳动供给理论的理想对象之一。

“下雨天难打车”不仅是居民公共出行的痛点,也是一个天气变化影响经济活动的经典问题,并引起了经济学家的关注。Farber(2015)指出,传统解释“下雨天出租车服务的需求增加而供给不变,从而打车难”,不断由于经济学理论的发展而备受挑战。按照 Camerer et al.(1997)的“收入目标”劳动供给理论,劳动者每天给自己制定一个收入目标且达到收入目标后结束一天的工作。如果下雨导致的需求增加使出租车市场平均工资上升,那么驾驶员将更快达到收入目标、更早退出劳动供给,即市场的供给将不增反降。而新古典经

\* 马艺媛,上海交通大学安泰经济与管理学院;曹思力,浙江财经大学数量经济研究中心、浙江财经大学经济学院;朱喜,上海交通大学安泰经济与管理学院;朱平芳,上海社会科学院数量经济研究中心。通信作者及地址:曹思力,浙江省杭州市钱塘区学源街18号,310018;电话:15518899696;E-mail:caosili.csl@qq.com。本文受到国家自然科学基金项目(72073098、72273088)、国家自然科学基金项目(23BTJ015)、国家自然科学基金青年项目(72303205),以及上海交通大学现代金融研究基金的资助。作者感谢匿名审稿专家的宝贵意见,文责自负。

济学的劳动供给理论预期,“理性”的驾驶员应该在工资上升时多工作。降雨如果伴随工资上升,出租车驾驶员劳动供给应该增加。后续,结合行为经济学的损失厌恶概念,“收入目标”理论发展为参照点依赖偏好理论:收入的边际效用会在参照点附近跳跃。自 Kőszegi and Rabin(2006)以来,参照点普遍由个体对收入的理性预期形成,其中预期到的工资变化对劳动供给起正向作用,而未预期到的工资变化起反向作用。因此对“下雨天难打车”问题的探究,可以回应新古典经济学和行为经济学关于劳动供给机制的争议。

以上研究聚焦于降雨通过影响工资进而影响劳动供给,忽视了下雨天驾驶员工作体验下降对劳动供给的影响。此外,已有研究主要聚焦于美国这一发达国家,对于中国这样的发展中国家,“下雨天打车难”的原因又是什么呢?为此,本文首先构建了出租车驾驶员劳动供给模型,将降雨对预期工资和工作体验的影响在驾驶员效用函数中加以体现,并分别从新古典、参照点依赖偏好、收入目标理论的三种理论框架下分析降雨对劳动供给的影响。通过理论分析发现,降雨对劳动供给的影响在新古典和参照点依赖偏好两类模型中一致,但与收入目标理论不同;三类模型中劳动供给机制的差异主要体现在,累积工作时长或累积收入是否对劳动供给决策起决定性作用。

其次,本文从实证层面检验了降雨对工作体验和工资的影响,并甄别了出租车驾驶员劳动供给机制,实证结果支持了参照点依赖偏好下的劳动供给理论。具体识别方式如下:第一,利用固定运价下的巡游车<sup>①</sup>驾驶员,发现下雨天工资没有明显变化,但劳动供给下降,验证了工作环境恶化对劳动供给的负向影响。极端温度的影响与降雨的影响类似。第二,将市场化运价下的网约车驾驶员与巡游车驾驶员进行对照,发现动态调价使得网约车驾驶员工资在雨天显著提升,并因此提高了劳动供给,验证了工资对劳动供给的正向激励作用,这说明市场化的价格机制可以缓解供需矛盾、提升社会福利。第三,结合降雨、累积工作时长和累积收入对两类驾驶员停止工作的决策的影响,验证了参照点依赖偏好理论。本文简单测算了动态调价带来的福利效应,并且通过稳健性分析说明早晚用车高峰、司机是否全职、主要用车时段以及驾驶员的临时或长期决策并不会改变上述结论。本文的研究也表明,政府可以通过赋予企业更大的定价自主权,来提高企业应对气候变化的能力,进而改进居民福利。

本文的贡献如下:第一,以降雨对劳动供给的影响作为切入点,分析了新古典经济学和行为经济学关于劳动供给理论的争议,及降雨对劳动供给的影响机制在不同理论中的区别,并以实证研究回应理论争议;第二,行为经济学参照点依赖偏好理论在传统新古典经济学形成了冲击,引起了学术界的广泛关注,国内已有研究开始关注该理论对消费和投资行为的解释力,但在劳动供给领域的研究不足,本文有助于弥补国内这一研究领域的缺失;第三,首次利用中国的数据解释“下雨天为什么难打车”,不仅有需求激增的原因,也存在供给下降加剧供需矛盾的问题,在已有研究主要针对美国市场的情况下,提供了发展中国家的实证证据。第四,丰富了劳动供给对天气短期适应行为的研究。

<sup>①</sup> 出租车一般分为两种类型,由政府颁发运营牌照、进行总量和价格管理的巡游出租汽车(简称巡游车),以及注册在网约车平台的网络预约出租汽车(简称网约车)。巡游车通常实行政府定价,网约车会根据市场需求变化而调整运价。

## 二、文献综述

本文一方面与新气候经济学领域天气对劳动供给影响的文献有关,天气通过影响工作环境和工资影响劳动决策。Connolly(2008)及 Graff Zivin and Neidell(2014)基于美国人时间使用调查(American Time Use Surveys, ATUS)数据,研究发现降雨或高温主要通过户外闲暇的体验来影响居民时间配置。其中 Graff Zivin and Neidell(2014)特别强调,对于暴露于天气的室外工作者,天气会极大地影响工作体验。这类利用微观调查数据进行的实证研究极度依赖与天气变化相匹配的数据精度,而大部分微观调查难以像 ATUS 一样精准。因此,另一些研究会选择有一定工作自由度且便于进行测度的职业作为研究对象。如 Oettinger(1999)选择体育馆内摆摊的商贩作为研究对象,认为天气会影响体育场馆比赛的观赛和消费需求,进而影响体育场馆内工作商贩的工资。国内的相关研究中,王春超和林芊芊(2021)利用中国快递员的数据,验证了高温和降雨对快递员劳动生产率的负向影响。与此同时,越来越多的研究指出个人和企业可以通过调整行为来应对气候变化,进而减少气候变化对社会福利的负面影响。如 Bohra-Mishra et al.(2014)研究发现,劳动力会通过迁移来规避极端天气的损害;Pankratz and Schiller(2024)指出,企业可以通过调整产业链在全球的布局来缓解气候变化的负面冲击。

本文另一方面与劳动供给理论的发展有关。理论层面,传统的新古典劳动经济学理论受到了行为经济学如收入目标、参照点依赖偏好等理论的冲击。实证层面,实证对象是否适合于理论的验证受到了争议,如 Biddle(1988)认为是“劳动者通常可以自由地在不同时期改变他们的工作时间”这一假设在实际中的符合程度,影响了生命周期劳动供给模型的实证效果。出租车驾驶员工作形式的灵活度使其成为检验劳动供给机制的理想“实验对象”,最早可追溯至 Camerer et al.(1997)对纽约市巡游出租车驾驶员的研究。Chou(2002)利用新加坡巡游车驾驶员的调查数据进行了类似研究,结论与 Camerer et al.(1997)一致。国内较为有代表性的是姚澜和方观富(2016),他们利用杭州市巡游车行程数据发现,驾驶员的劳动供给工资弹性显著为正,符合新古典经济学的解释。同时,行为经济学相关理论的发展进一步促进了该领域研究,以出租车驾驶员为对象的参照点依赖偏好的实证检验层出不穷,尤其是自 Köszegi and Rabin(2006)以来,基于理性预期的参照点依赖理论成为研究重点,但目前实证研究结论仍尚未统一。Crawford and Meng(2011)、Martin(2017)、Thakral and Tö(2021)和 Duong et al.(2023)为参照点依赖偏好找到了证据,而 Farber(2005, 2008, 2015)为新古典主义模型提供了有力的支持。

结合以上两个领域的研究,天气可作为一种外生冲击,带来出租车驾驶员临时性环境或工资的变化,为检验劳动供给机制创造条件。本文将利用上海市出租车市场数据,检验降雨和极端温度对驾驶员劳动供给的影响,及其背后的理论机制。

## 三、理论分析

在经典的劳动供给模型中,劳动供给一方面通过工资获得收入的正效用,另一方面由于个人的付出产生负效用。降雨可能对这两方面同时产生影响:第一,对出租车市场需求

带来冲击,影响驾驶员实际工资;第二,通过经验和信息的积累,进一步影响驾驶员对工资的理性预期;第三,影响路况、拥堵情况、视线等,进而影响驾驶员工作体验。降雨对驾驶体验的影响在网约车、巡游车两类驾驶员中类似,而工资机制则更为复杂,且在两类驾驶员中存在差异。

因此,本部分首先详细分析降雨对预期工资的影响机制,点明由运价制度所带来的两类驾驶员预期工资的差异。然后,将降雨对预期工资和工作体验的影响在驾驶员效用函数中加以体现,分别在新古典、参照点依赖和收入目标理论下构建出租车驾驶员劳动供给模型,讨论降雨在不同理论下对两类驾驶员劳动供给的影响,为后续实证研究提供理论基础。

### (一) 降雨对预期工资的影响机制

在多数情况下,降雨属于公开信息,因此降雨对工资的影响会反映在预期工资上。本文研究的时段内,上海市巡游出租车和网约车的运价体系如表1所示。巡游车和网约车运价结构类似,主要由起租价、里程费(载客距离乘以单位里程运价)和时长费(载客时长乘以单位时长运价)决定。时长费在网约车和巡游车中有所差别,网约车的时长费针对全程,巡游车的时长费也称等候费,仅针对低速行驶(速度为0时)时间。基础运价之外,网约车运价特别包含高峰时段、特定区域临时加价的动态调价项目,即针对单位里程和单位时长运价的浮动机制,这也是网约车运价市场化的核心特征。巡游车不论是否通过网约车平台接单,都需按照计价器金额收取运费,单位运价不会灵活调整。

表1 巡游车和网约车的运价对比

	起租价	里程费	时长费	远途费	夜间补贴	等候费	其他
巡游出租车 (以2019年 上海为例)	14/16元(3 公里以内)	2.5元/ 公里		乘距超15公 里,加收1.25 元/公里	23时至次日5时,起租 价、超起租里程运价上 浮30%	4分钟 计2.5元	
网约车(以 2019年上海 滴滴普通快 车为例)	14元(3公 里以内)	2.3元/ 公里	0.6元/ 分钟	乘距超20公 里,加收0.8 元/公里	22时至次日5时,公里 费上涨到3.2元/公里 (幅度约40%),时长费 上涨到0.7元/分钟(幅 度约16.7%)		远途调度费 (自选);高 峰时段、特 定区域临时 加价

假设第 $t$ 单结束至第 $t+1$ 单结束之间的时长为 $\tau_{t+1}$ ,分为空驶时长和载客时长两部分。其中,载客时长为 $\theta_{t+1}$ ,载客的的概率为 $\eta_{t+1}$ ,满足 $\eta_{t+1} = \theta_{t+1} / \tau_{t+1}$ 。此外,载客里程为 $s_{t+1}$ ,载客行驶速度为 $v_{t+1}$ ,满足 $v_{t+1} = s_{t+1} / \theta_{t+1}$ ,载客收入为 $f_{t+1}$ 。根据出租车运价机制,假设单位里程运价为 $p_{t+1}$ ,单位时长运价为 $q_{t+1}$ ,第 $t$ 单结束至第 $t+1$ 单结束之间的平均工资 $\omega_{t+1}$ 可表示为:

$$\omega_{t+1} = \frac{f_{t+1}}{\tau_{t+1}} = \frac{s_{t+1}p_{t+1} + \theta_{t+1}q_{t+1}}{\theta_{t+1}/\eta_{t+1}} = \eta_{t+1}(v_{t+1}p_{t+1} + q_{t+1}).$$

因此,降雨对驾驶员预期工资 $E(\omega_{t+1})$ 的影响可以表示为:

$$E(\omega_{t+1}) = E[\eta_{t+1}(v_{t+1}p_{t+1} + q_{t+1})].$$

降雨通常会提升居民的打车需求,提升驾驶员载客时间所占的比例即提升  $\eta_{t+1}$ ;同时降雨通常会降低驾驶员行驶速度  $v_{t+1}$ 。假设降雨时单位里程和时长运价保持不变,降雨对载客概率和载客速度带来反向影响,因而对预期工资的影响不明确。

此外,由于运价机制的差异,降雨对巡游车和网约车里程费  $p_{t+1}$  和时长费  $q_{t+1}$  的影响并不相同:对于巡游车,降雨时  $p_{t+1}$  保持不变, $q_{t+1}$  可能因为拥堵而从 0 变为正值(最多 4 分钟计 2.5 元);而对于网约车,降雨所触发的动态调价会使得  $p_{t+1}$  和  $q_{t+1}$  都上升,且理论上浮动比例不受限制。因此下雨天,网约车较巡游车的预期工资提升更大。

### (二) 不同理论模型下降雨对劳动供给的影响

本文进一步将降雨对预期工资和工作体验的影响在驾驶员效用函数中加以体现,并分析降雨在新古典、参照点依赖和收入目标不同理论下对劳动供给的影响。

假设驾驶员的效用函数由收入  $Y$  带来的正效用  $U_1(Y)$  和工作时长  $h$  带来的负效用  $U_2(h)$  共同决定。考虑到出租车驾驶员的工作特点,劳动供给过程可以拆分为一系列的搜寻和完成行程的过程,驾驶员对劳动时长  $h$  的决策,可以转化为驾驶员在完成每一单行程后,决定收车停止工作或继续工作的决策。驾驶员完成第  $t$  单行程后,这两部分效用可以分别表示为以下形式:

$$\begin{cases} U_1(Y_t) = U_1(\sum_i f_t) = U_1(\sum_i \omega_t \tau_t) \\ U_2(h_t) = U_2(\sum_i \tau_t) \end{cases}$$

根据本部分前文的分析,降雨对驾驶员效用的影响,一方面体现在对工资  $\omega_t$  的影响,另一方面体现在对工作时长所带来负效用的加成,两部分效用可以表示为如下所示的形式:

$$\begin{cases} U_1^r(Y_t) = U_1[\sum_i \omega_t(rain_t)\tau_t] \\ U_2^r(h_t) = [1 + \delta(rain_t)]U_2(h_t) \end{cases}$$

其中,变量  $rain_t$  表示降雨量, $\delta > 0$ (满足  $\delta(0) = 0$  且  $\delta'(\cdot) > 0$ )体现降雨对驾驶体验的影响。接下来,参考 Farber(2008、2015)、Crawford and Meng(2011)等的设定,假设  $U_1(Y) = Y$ ,

$U_2(h) = -\frac{\psi}{1+\nu}h^{1+\nu}$ ,且二者满足可加性,其中, $\nu > 0$  为劳动供给弹性, $\psi > 0$  为工作时长效用的相对权重,本文将分别在新古典、参照点依赖和收入目标理论模型下讨论降雨对劳动供给影响的理论机制。

#### 1. 新古典劳动供给模型

在新古典劳动供给模型中,驾驶员在完成第  $t$  单后的效用函数可以表示为如下形式:

$$U_t^r = Y_t - [1 + \delta(rain_t)] \frac{\psi}{1+\nu} (h_t)^{1+\nu}.$$

那么,在完成第  $t+1$  单行程后的效用函数为:

$$U_{t+1}^r = [Y_t + \omega_{t+1}(\text{rain}_{t+1})\tau_{t+1}] - [1 + \delta(\text{rain}_t)] \frac{\phi}{1+\nu} (h_t + \tau_{t+1})^{1+\nu}.$$

由于行程的平均时长为 0.3 小时,因此假设前、后两单天气状况保持不变。进一步对  $U_2(h_t)$  进行一阶泰勒展开,驾驶员继续工作带来的边际效用  $MU_{t+1}$  为:

$$MU_{t+1}^r = U_{t+1}^r - U_t^r = \omega_{t+1}(\text{rain}_{t+1})\tau_{t+1} - [1 + \delta(\text{rain}_{t+1})]\phi h_t^\nu \tau_{t+1}.$$

驾驶员在第  $t$  单行程结束后,会形成第  $t+1$  单行程工资及继续工作边际收益的预期。驾驶员是否继续工作的决策  $D_{t+1}$  由边际收益决定,预期边际效用越大,继续工作的意愿则越强。若预期边际效用  $E(MU_{t+1}^r) \geq 0$ ,驾驶员将继续工作,  $D_{t+1} = 1$ ;反之将停止工作,  $D_{t+1} = 0$ 。假设第  $t+1$  单行程的预期工资为  $E(\omega_{t+1}) = \mu_{t+1}$ ,降雨对预期边际收益的影响可以表示为:

$$\frac{\partial E(MU_{t+1}^r)}{\partial \text{rain}_{t+1}} = \mu'_{t+1}(\text{rain}_{t+1})\tau_{t+1} - \delta'(\text{rain}_{t+1})\phi h_t^\nu \tau_{t+1}.$$

由此可得以下推论:

(1) 在给定累积工作时长  $h_t$  的情况下,一是,降雨可以通过改变预期工资,并对劳动供给产生同向影响;二是,降雨可以通过降低工作体验来降低劳动供给。

如果降雨对预期工资的影响不显著或为负,即  $\mu'_{t+1}(\text{rain}_{t+1}) \leq 0$ ,结合  $\delta'(\text{rain}_{t+1}) > 0$ ,降雨对预期边际收益的影响整体为负,将导致驾驶员劳动供给意愿下降;只有当降雨对预期工资的影响为正,即  $\mu'_{t+1}(\text{rain}_{t+1}) > 0$ ,且抵消由驾驶体验变差带来的负向影响时,驾驶员才有可能提升劳动供给。下雨天网约车相较于巡游车的预期工资提升更大,因此,在新古典模型下劳动供给意愿相较于巡游车显著提升。

(2) 累积工作时长  $h_t$  对停止工作的概率起决定性作用,而累积收入  $Y_t$  则没有影响。

## 2. 参照点依赖偏好劳动供给模型

目前,劳动供给模型中对参照点依赖偏好相关的研究主要聚焦收入的参照点,即收入目标  $T$ <sup>①</sup>。在损失厌恶的驱动下,驾驶员对低于  $T$  的边际收入更为敏感,即效用函数在  $Y = T$  处发生弯折。假设参数  $0 < \alpha < 1$ ,效用函数满足以下形式:

$$U_t^r = \begin{cases} [1 + \alpha](Y_t - T) - [1 + \delta(\text{rain}_t)] \frac{\phi}{1+\nu} h_t^{1+\nu} & Y_t < T \\ [1 - \alpha](Y_t - T) - [1 + \delta(\text{rain}_t)] \frac{\phi}{1+\nu} h_t^{1+\nu} & Y_t \geq T \end{cases}.$$

在这一设定下,关于收入的边际效用在  $Y_t < T$  时为  $1 + \alpha$ ,  $Y_t \geq T$  时下降为  $1 - \alpha$ ,但始终为正。若  $Y_t$  与  $T$  有一定差距,即收入较低( $Y_t < Y_{t+1} < T$ )或较高( $T < Y_t < Y_{t+1}$ )时,边际收益可分别表示为:

$$MU_{t+1}^r = \begin{cases} (1 + \alpha)\omega_{t+1}(\text{rain}_{t+1})\tau_{t+1} - [1 + \delta(\text{rain}_{t+1})]\phi h_t^\nu \tau_{t+1} & Y_t < Y_{t+1} < T \\ (1 - \alpha)\omega_{t+1}(\text{rain}_{t+1})\tau_{t+1} - [1 + \delta(\text{rain}_{t+1})]\phi h_t^\nu \tau_{t+1} & T < Y_t < Y_{t+1} \end{cases}.$$

在这两种情况下,收入目标不影响劳动供给,降雨对边际收益和劳动供给的影响与新

① Crawford and Meng(2011)还同时考虑了收入和工作时长的双重目标。

古典模型下的影响保持一致。而如果  $Y_t$  接近  $T$ , 收入目标成为决策时需要考虑的因素。假设驾驶员预期在完成第  $t$  单和第  $t+1$  单(可推广至第  $t+k, k \geq 1$  单)之间达到收入目标, 即  $Y_t \leq T \leq Y_{t+1}$  时, 此时边际收益可表示为:

$$MU_{t+1}^r = \omega_{t+1}(rain_{t+1})\tau_{t+1} - 2\alpha(Y_t - T) - [1 + \delta(rain_{t+1})]\phi h_t^r \tau_{t+1},$$

其中, 等式右边第二项为新古典与参照点依赖偏好劳动供给模型的主要差异, 即累积收入也将对劳动供给产生影响。

Köszegi and Rabin(2006)以来, 收入目标以理性预期的形式引入参照点依赖偏好中。驾驶员从开始工作到完成  $t$  单之间的平均工资为  $\omega_t$ , 可分解为预期工资  $\omega_t^e$  和未预期工资  $\omega_t^u$  之和, 即  $\omega_t = \omega_t^e + \omega_t^u$ 。考虑边界情况, 不妨令收入目标  $T$  为对应工作时长  $h_t$  或  $h_{t+1}$  时的理性预期收入, 预期边际收益可分别表示为:

$$MU_{t+1}^r = \omega_{t+1}(rain_{t+1})\tau_{t+1} - 2\alpha\omega_t^e h_t - [1 + \delta(rain_{t+1})]\phi h_t^r \tau_{t+1}$$

$$\text{以及 } MU_{t+1}^r = (1 + 2\alpha)\omega_{t+1}(rain_{t+1})\tau_{t+1} - 2\alpha\omega_t^u h_t - [1 + \delta(rain_{t+1})]\phi h_t^r \tau_{t+1}.$$

由此可见, 参照点依赖偏好区别于新古典模型之处在于, 参照点附近效用函数的弯折会导致: 预期的工资变化仍对劳动供给产生正向作用, 而未预期到的工资变化将对劳动供给产生反向作用。如果降雨不影响未预期工资变化的方向, 参照点依赖偏好下, 降雨对预期边际收益的影响可以表示为:

$$\frac{\partial E(MU_{t+1}^r)}{\partial rain_{t+1}} = k\mu'_{t+1}(rain_{t+1})\tau_{t+1} - \delta'(rain_{t+1})\phi h_t^r \tau_{t+1}.$$

其中,  $k > 0$ , 根据累积收入所处的不同区间取值不同。根据以上分析可以得出参照点依赖偏好下劳动供给的以下推论:

(1) 在控制了累积收入  $Y_t$  和累积工作时长  $h_t$  后, 降雨对劳动供给的影响在大部分收入区间与新古典模型相似, 在收入目标附近与新古典模型有所差异。如果降雨不影响未预期工资变化的方向, 降雨对劳动供给产生的影响也依然与新古典劳动供给模型保持一致。事实上, 在 Farber(2005、2008)、Crawford and Meng(2011)等文献的实证模型中, 降雨也均被视为影响预期工资的因素。此外, 下雨天网约车相较于巡游车的预期工资提升更大, 在参照点依赖偏好模型下劳动供给意愿相较于巡游车显著提升。

(2) 累积收入  $Y_t$  和累积工作时长  $h_t$  均对停止工作的概率起决定性作用。

### 3. 收入目标劳动供给模型

收入目标理论可视为参考点依赖模型的一个极端情况, 即  $\alpha \rightarrow \infty$ 。此时, 效用函数中  $U_1(Y)$  的权重极大,  $U_2(h)$  项可忽略; 此外, 效用函数在收入目标处的弯折剧烈, 未达到收入目标时边际效用为正, 超过收入目标后边际效用为负。在这种情况下, 驾驶员在完成行程  $t$  后, 如果累积收入  $Y_t$  小于收入目标  $T$  则继续工作,  $D_{t+1} = 1$ ; 达到收入目标  $T$  后停止工作,  $D_{t+1} = 0$ 。即:

$$\begin{cases} D_{t+1} = 1 & \sum_t \omega_t(rain_t)\tau_t < T \\ D_{t+1} = 0 & \sum_t \omega_t(rain_t)\tau_t \geq T \end{cases}.$$

因此, 有以下推论:

(1) 降雨通过影响工资影响劳动供给。如果降雨导致工资变化,劳动供给将发生与工资相反方向的变化。下雨天网约车相较于巡游车的预期工资更高,在收入目标模型下劳动供给意愿相较于巡游车显著下降。

(2) 累积收入  $Y_i$  对停止工作的概率起决定性作用,而累积工作时长  $h_i$  则没有影响。

## 四、数据、实证背景与实证模型

### (一) 数据来源

本文出租车驾驶员数据来自上海市出租车市场,由两期组成:2015—2017年上海出租车市场以巡游车为主导的时期,以及2019年网约车和巡游车份额接近的时期。<sup>①</sup> 2015—2017年的驾驶员数据来自上海某大型巡游车公司的随机抽样,包含3 285名出租车驾驶员三年内的完整工作记录,共计34 900 942笔行程。2019年驾驶员数据来自全市出租车驾驶员的随机抽样,包含4 994名网约车驾驶员一周内的完整工作记录,共计390 551笔行程,以及4 230名巡游车驾驶员在同一周内的完整工作记录,共计356 553笔行程。每笔行程为驾驶员的一次载客记录,包含驾驶员编号、车牌编号、上车时间、下车时间、行驶里程、营运收入等信息,详情见附录I<sup>②</sup>。本文的天气信息来自上海市气象局,为以小时为单位的上海市平均温度和降雨量。

### (二) 数据处理和描述性统计

由于原始数据为出租车乘客出行的行程信息,不能直接与驾驶员的劳动供给概念相对应,本文沿用马艺瑗等(2023)的处理方式,将原始行程信息结构化为小时信息和班次信息。每笔行程按照其与每个小时的交集时长占该行程总时长的比例,将原始行程信息折算到小时中,得到每名驾驶员的小时营运收入、载客时长、载客里程信息,驾驶员在小时内是否有载客记录对应是否提供劳动供给。班次对应驾驶员从出车开始工作到收车结束工作的整个过程,可以简单理解为某天的劳动供给时长。由于这一信息未在电子行程单标注,本文以最大程度区别搜寻和收车休息为原则,以行程间隔时间5小时和6小时分别对网约车和巡游车进行班次的划分。以上过程的详情见附录II和附录III,主要变量的描述性统计见附录IV。

本文实证部分所使用的2015—2017年巡游驾驶员、2019年巡游车和网约车驾驶员样本,转化为小时信息后的变量描述性统计如附录IV表IV1所示。可以看出,三组驾驶员平均的小时载客时长、营运收入和载客里程较为接近,尤其是2019年同期的巡游车和网约车,具有较好的可比性。值得注意的是,网约车虽然小时营运收入的平均值略低于巡游车,但标准差高于巡游车,这反映了网约车运价机制的灵活性。

<sup>①</sup> 根据上海市城乡建设和交通发展研究院发布的《上海市综合交通运行年报》的数据,2017年之前上海网约车客运量在出租车市场中的占比低于20%,2019年提升至51.73%。

<sup>②</sup> 限于篇幅,附录未在正文列示,感兴趣的读者可在《经济学》(季刊)官网(<https://ceq.ccer.pku.edu.cn/>)下载。



2019 年巡游车和网约车驾驶员样本转化为班次信息后的变量描述性统计如附录 IV 表 IV 2 所示。可以看出,巡游车班次的时长、营收和里程普遍高于网约车,班次数量显著低于网约车。这主要是由于巡游车主要为全职驾驶员,工作过程较为连贯;而网约车驾驶员中有一定的兼职驾驶员,通常在早晚高峰临时补充到出租车市场中,这类驾驶员普遍班次时间较短、班次数量较多。基于这一事实,本文将在稳健性分析部分对网约车驾驶员进行全职和兼职类型的区分。

降雨是本文的核心解释变量,2015—2017 年以及 2019 年某一周内降雨记录的小时降雨量(单位为 mm)描述性统计如附录 IV 表 IV 3 所示。2015—2017 年,26 304 个小时中有 2 937 个小时的降雨量大于 0。虽然 2019 年一周的跨度较短,但这一周的降雨记录较多且在各个小时中分布广泛,较好地支撑了本文的实证研究,详情见附录 V。

### (三) 实证背景:下雨天为什么难打车

为了避免不同运价制度、不同驾驶员类型的干扰,选取上海出租车市场以巡游车为主、网约车对市场的干扰较小的 2015—2017 年这一时期,以固定运价下的巡游车驾驶员作为实证对象,初步探索降雨对出租车市场带来的冲击。参照 Farber(2015)的实证设计,考虑到降雨以小时为单位,将行程信息转化为小时信息。以小时  $h$  内工作的驾驶员总人数  $\sum_i D_{ih}$ 、驾驶员工作的平均工资  $\bar{\omega}_h$ 、载客概率  $\bar{\eta}_h$  和载客速度  $\bar{v}_h$  作为被解释变量,在控制了小时、月份、星期、年份、节假日以及 2015 年 10 月进行的一次调价之后,降雨  $R$ (小时降雨是否大于 0 的虚拟变量)以及温度  $Temp$ (小时温度与 20 度之差的绝对值/10)对小时出租车市场的影响如表 2 所示。

表 2 降雨对小时出租车市场影响的实证结果

	$\ln(\sum D)$	$\ln(\bar{\omega})$	$\ln(\bar{\eta})$	$\ln(\bar{v})$
	(1)	(2)	(3)	(4)
$R$	-0.012*** (0.003)	-0.002 (0.001)	0.031*** (0.002)	-0.043*** (0.002)
$Temp$	-0.010*** (0.002)	0.002* (0.001)	0.006*** (0.002)	-0.005*** (0.001)
控制变量	是	是	是	是
$N$	25 992	25 992	25 992	25 992
$R^2$	0.950	0.648	0.824	0.855

注:\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在 1%、5% 和 10% 的水平上显著。括号内为稳健标准误。

降雨对出租车市场的影响与 Farber(2015)的实证结果基本一致。在网约车尚未大范围进入市场的时期,驾驶员会在下雨天降低劳动供给。将驾驶员工作的平均工资视为预期工资,由于载客概率上升、载客速度下降而运价固定,预期工资并没有在下雨天发生变化。驾驶员在预期工资不变的情况下劳动供给下降,这一现象不符合收入目标理论的预

测(预期工资不变的情况下劳动供给不变),恰恰印证了降雨对工作体验的负面影响<sup>①</sup>。此外,极端温度对劳动供给的影响及其机制与降雨影响类似。在出现异常温度的情况下,打车需求上升,而载客速度下降。在二者的综合影响下,预期工资的变化较小(相较于20度,每10度的温度变化使工资上升约0.2%),但在极端温度下室外工作体验的下降使得驾驶员的劳动供给意愿下降。

#### (四) 实证模型

根据前文分析可知,在预期工资不发生变化的情况下,降雨、异常高温或低温这类天气冲击对室外劳动者的工作意愿会产生显著的负面影响。Farber(2015)提出可以通过提价的方式来缓解下雨天劳动供给不足的问题,但并未给出实证检验。本文进一步以网约车和巡游车在运价制度上的不同安排为背景,利用两类驾驶员的同期样本,识别降雨触发的动态调价对劳动供给的影响,进而检验上述解决方案的有效性,并回应驾驶员劳动供给机制之争。

本文在实证模型中选择了两种对劳动供给的刻画方式。一是参考Farber(2015)和Chen et al.(2019)以小时为单位的劳动供给,即某小时内是否在出租车市场提供有效劳动。这一方式便于将劳动供给与市场环境相关的变量进行关联,适合用于动态调价作用的识别。二是以班次为单位的劳动供给,即驾驶员在某天出车开始工作到收车结束工作的整个过程,重点关注结束工作的决策,适合用于劳动供给机制的识别。这一方式在参照点依赖偏好相关问题的探讨中被广泛应用。

##### 1. 模型一:动态调价对下雨天难打车问题的缓解

本文发现固定运价下,下雨天驾驶员的预期工资不变、劳动供给下降。如果运价可以随需求灵活变化,下雨天运价上浮能否激励驾驶员提高劳动供给?即动态调价能否缓解下雨天难打车的问题?本文进一步利用网约车动态调价的运价机制,与传统巡游车的固定运价形成对照,以回答上述问题。

同一时段工作的网约车和巡游车驾驶员面对相似的市场需求、路面拥堵情况和驾驶体验等,但网约车有“动态调价”机制而巡游车没有。本文将网约车和巡游车驾驶员分别作为实验组和对照组,估计动态调价政策对出租车驾驶员劳动供给的影响。以小时为单位,将驾驶员一周内完整的工作记录与一周内的168个小时进行匹配,驾驶员在某小时内有载客记录即对应参与了劳动供给,具体的实证模型如下:

$$D_{idh} = \varphi_1 R_{dh} + \varphi_2 R_{dh} \cdot Online_i + \gamma X_h + \alpha_i + \beta_d + \varepsilon_{idh}, \quad (1)$$

<sup>①</sup> 作者还在2017年对上海巡游车驾驶员做了一项问卷调查,共回收729份有效问卷。针对问题“您在下雨天或者早晚高峰时间是否愿意正常工作?”,有53.09%的驾驶员表示会正常工作,43.07%表示会减少工作,只有3.84%表示会增加工作。针对问题“您在下雨天或者早晚高峰时间每小时赚得比其他正常时段多吗?”,有38.82%的驾驶员选择收入不变,52.13%表示收入降低,9.05%表示收入上升。对于“下雨天或早晚高峰难打到车的最主要原因是什么?”的问题,排在前三位的回答分别为堵车、速度放慢;雨天或早晚高峰赚的比平时少,不如早下班休息;驾驶体验不佳,不愿意在这个时间段出车。与实证结果相比,出租车驾驶员的回答放大了下雨天收入的负面变化,但证实了驾驶体验下降是劳动供给下降的主要原因。

其中  $D_{idh}$  为被解释变量,表示驾驶员  $i$  在日期  $d$  的小时  $h$  是否工作的虚拟变量,如果有载客记录  $D_{idh}$  取值为 1,否则取 0。 $R_{dh}$  为表示日期  $d$  小时  $h$  内是否有降雨的虚拟变量。 $Online_i$  为表示驾驶员  $i$  是否为网约车驾驶员的虚拟变量。 $X_h$  为表示小时的(23 个)控制变量, $\alpha_i$  为个体固定效应, $\beta_d$  为日期固定效应, $\epsilon_{idh}$  为随机扰动项。本文除了采用线性概率模型,还使用了 Logit 模型进行估计,以提高估计结果的稳健性。交互项前的系数  $\varphi_2$  为该实证模型重点关注的参数,体现动态调价对驾驶员劳动供给的影响。为了进一步检验动态调价是否通过预期工资变化改变劳动参与意愿,以及对预期工资的影响机制,可将被解释变量  $D_{idh}$  替换为小时收入  $\omega_{idh}$ 、载客概率  $\eta_{idh}$  和载客速度  $v_{idh}$ 。

2. 模型二:出租车驾驶员劳动供给机制

模型一将网约车和巡游车驾驶员分别作为“动态调价”机制的实验组和对照组,其可靠性有赖于两种类驾驶员劳动供给对工资变动的反应机制是类似的。检验这一点的关键是,两类驾驶员是否存在参照点依赖。如前述理论分析,降雨对劳动供给产生影响,在新古典和参照点依赖偏好两类模型中结论一致,而在收入目标模型中有所差别;此外,累积收入和累积工作时长对停止工作的决策的影响在几类模型中不同。因此,将工作班次作为研究对象,以降雨、累积收入、累积工作时长等为解释变量构造如下的实证模型,分别检验两类驾驶员劳动供给机制:

$$Stop_{idt}(\kappa) = \varphi R_{dt} + \lambda Y_{idt}(\kappa) + \xi h_{idt}(\kappa) + \gamma X_t + \alpha_i + \beta_d + \epsilon_{idt}, \quad (2)$$

其中, $Stop_{idt}(\kappa)$  表示驾驶员  $i$  在日期  $d$  时间  $t$  完成行程  $\kappa$  后是否结束班次的虚拟变量,如果结束班次  $Stop_{idt}(\kappa)$  取值为 1,否则取 0。 $R_{dt}$  表示日期  $d$  时间  $t$  是否降雨的虚拟变量, $Y_{idt}(\kappa)$  表示完成行程  $\kappa$  后的累积收入, $h_{idt}(\kappa)$  表示完成行程  $\kappa$  后的累积工作时长, $X_t$  为表示行程结束所在小时的虚拟变量(23 个)的控制变量, $\alpha_i$  为个体固定效应, $\beta_d$  为日期固定效应, $\epsilon_{idt}$  为随机扰动项。

上述模型假设累积收入和累积工作时长对停止工作为线性影响,考虑到累积收入和累积工作时长间存在共线性,为了避免共线性对估计结果产生影响,将累积收入分为若干区间  $\hat{Y}_j$ ,将累积工作时长分为若干区间  $\hat{H}_l$ ,并采用如下设定更为一般的模型:

$$Stop_{idt}(\kappa) = \varphi R_{dt} + \sum_j \lambda_j I[Y_{idt}(\kappa) \in \hat{Y}_j] + \sum_l \xi_l I[h_{idt}(\kappa) \in \hat{H}_l] + \gamma X_t + \alpha_i + \beta_d + \epsilon_{idt}. \quad (3)$$

还可引入累计收入各区间和累积工作时长各区间的交互项作为解释变量,将模型转化为如下形式:

$$Stop_{idt}(\kappa) = \varphi R_{dt} + \sum_{j,l} \lambda_{j,l} I[Y_{idt}(\kappa) \in \hat{Y}_j] I[h_{idt}(\kappa) \in \hat{H}_l] + \gamma X_t + \alpha_i + \beta_d + \epsilon_{idt}. \quad (4)$$

在以上模型中,降雨前的系数为核心参数,表示降雨对驾驶员停止工作的决策的影响。此外,累积收入、累积工作时长前的系数用于检验不同的劳动供给理论。

3. 稳健性分析

对于动态调价能否缓解下雨天难打车,本文采取了一系列稳健性分析。

第一,考虑到网约车驾驶员包含全职和兼职两种类型,而巡游车驾驶员基本为全职类

型。为排除特殊劳动形式对估计结果的干扰,筛选出网约车全职驾驶员,与工作模式相似的巡游车驾驶员匹配,并采用式(1)进行分析。

第二,除了下雨天,工作日的早、晚高峰时段也是需求增加、触发动态调价的典型时段。一方面,高峰期的拥堵会降低工作体验、行驶速度、行驶里程,并增加载客概率;另一方面,动态调价的存在又会激励网约车驾驶员提高劳动供给。在小时劳动供给模型的基础上,本文同时考虑高峰时段的影响以进一步确认动态调价对劳动供给的影响,模型如下:

$$D_{idh} = \varphi_1 R_{dh} + \varphi_2 R_{dh} \cdot Online_i + \varphi_3 Peak_h \cdot Online_i + \gamma X_h + \alpha_i + \beta_d + \epsilon_{idh}, \quad (5)$$

其中,  $Peak_h$  为小时  $h$  是否为高峰时段的虚拟变量。交互项前的系数  $\varphi_2$  和  $\varphi_3$  为核心参数,体现动态调价对驾驶员劳动供给的影响。

第三,降雨所触发的动态调价对驾驶员劳动参与的影响,可能会受到其他与小时相关因素的干扰。本文将一天24个小时分为若干个需求比较接近的时段,在每个组内使用降雨作为动态调价的触发条件,研究驾驶员劳动参与的变化并讨论组间差异。

最后,进行两点补充说明。由于周末居民的出租车出行需求整体处于较低水平,且网约车和巡游车一周同期样本中周末并没有降雨记录。因此,模型的实证分析仅限于工作日(周一到周五)。由于一周样本所对应的温度变化较小,不再进行极端温度影响的讨论。

## 五、实证结果

### (一) 动态调价缓解了下雨天难打车

本节讨论降雨触发的动态调价对驾驶员小时劳动供给和工资的影响。以小时劳动供给作为被解释变量,实证模型一的回归结果见表3的Panel A。其中第(1)、(2)列采用线性概率模型,第(3)、(4)列采用Logit模型。实证结果表明,  $R$  前系数数值与表2接近,并且显著为负,即降雨会显著降低巡游车驾驶员的工作意愿;而交互项前系数显著为正,即下雨天网约车驾驶员的劳动供给相较于巡游车驾驶员显著提升。

表3 小时劳动供给模型的实证结果

Panel A: 降雨对小时劳动供给的影响				
	$D$	$D$	$Logit\_D$	$Logit\_D$
	(1)	(2)	(3)	(4)
$R$	-0.014*** (0.004)	-0.014*** (0.003)	-0.071*** (0.022)	-0.066*** (0.008)
$Online$	-0.034*** (0.004)		-0.168*** (0.020)	
$R \cdot Online$	0.027*** (0.004)	0.027*** (0.004)	0.133*** (0.022)	0.164*** (0.010)

(续表)

	<i>D</i>	<i>D</i>	<i>Logit_D</i>	<i>Logit_D</i>		
	(1)	(2)	(3)	(4)		
控制变量	是	是	是	是		
个体固定效应		是		是		
日期固定效应		是		是		
<i>N</i>	1 106 778	1 106 778	1 106 778	1 080 858		
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.088	0.218	0.081	0.108		
Panel B: 降雨对小时工资的影响及机制						
	$\omega$	$\omega$	$\eta$	$\eta$	$\nu$	$\nu$
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>R</i>	-0.015*** (0.004)	-0.025*** (0.004)	0.008*** (0.001)	0.002** (0.001)	-0.046*** (0.003)	-0.023*** (0.003)
<i>Online</i>	-0.188*** (0.009)		0.009*** (0.002)		-0.250*** (0.008)	
<i>R • Online</i>	0.024*** (0.007)	0.034*** (0.006)	-0.001 (0.001)	0.001 (0.001)	0.004 (0.007)	0.008 (0.005)
控制变量	是	是	是	是	是	是
个体固定效应		是		是		是
日期固定效应		是		是		是
<i>N</i>	363 158	363 087	363 158	363 087	363 158	363 087
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.035	0.234	0.036	0.187	0.087	0.423

注：\*\*\*、\*\*、\* 分别表示在 1%、5% 和 10% 的水平上显著。偶数列相较于奇数列增加了个体固定效应和日期固定效应。其中，Panel A 为降雨对小时劳动供给影响的实证结果，第(1)、(2)列为线性概率模型，第(3)、(4)列为 Logit 模型，*R*<sup>2</sup> 汇报数值在第(3)、(4)列为 Pseudo *R*<sup>2</sup>。Panel B 为降雨对小时工资影响的实证结果，第(1)、(2)列被解释变量为小时收入，第(3)、(4)列被解释变量为载客概率，第(5)、(6)列被解释变量为载客速度。除 Panel A 第(4)列的面板 Logit 固定效应模型之外，括号内均为聚类到驾驶员层面的稳健标准误。

那么，下雨天网约车相较于巡游车驾驶员劳动供给的上升是否源于预期工资上升？预期工资的变化又是否由于动态调价？由理论分析可知，工资的变化可分解为载客概率、载客速度和单位运价的变化。将式(1)被解释变量替换为小时收入、载客概率、载客速度后的实证结果如表 3 的 Panel B 所示。结果显示，网约车相较于巡游车驾驶员的工资显著上升，但载客概率和载客速度没有显著变化。由此可见，网约车驾驶员工资的上升源于动态调价，而非载客概率和载客速度上的差异。本节的实证结果表明，网约车的动态调价机制有效在下雨天提升了网约车驾驶员的工资，并进一步有效激励了网约车驾驶员的劳动供给。

## (二) 出租车驾驶员劳动供给机制

下雨天网约车驾驶员因动态调价而获得更高工资并提高劳动供给，与新古典和参照

点依赖偏好理论的预测一致,不符合收入目标理论。可进一步结合累积收入和累积工作时长对劳动供给的影响,区分新古典和参照点依赖偏好劳动供给机制。实证模型二的回归结果如表4所示,前三列为网约车驾驶员、后三列为巡游车驾驶员的实证结果;第(1)、(4)列对应式(2),第(2)、(5)列对应式(3),第(3)、(6)列对应式(4)的回归结果。此处累积收入的单位为百元、累积工作时长的单位为小时,式(3)和式(4)中累积收入以每150元为区间、累积工作时长以每2小时为区间分别设置11个区间的虚拟变量。

根据表4,在以各种函数形式控制了累积收入和累积工作时长后,降雨对网约车停止工作意愿的影响为负或不显著,而对巡游车停止工作意愿的影响为正。因此下雨天网约车驾驶员劳动供给意愿相较于巡游车显著提升,与模型一的结论一致。同时,累积收入和累积工作时长对两类驾驶员停止工作的决策均有显著影响,两类驾驶员行为均符合参照点依赖偏好。此外,图1分别展示了表4第(3)列和第(6)列回归结果中交互项前系数的大小。随着累积收入和累积时长的增加,两类驾驶员停止工作的概率均呈现提高趋势,这进一步说明两类驾驶员符合参照点依赖理论。<sup>①</sup>

表4 班次劳动供给模型的实证结果

	网约车			巡游车		
	Stop (1)	Stop (2)	Stop (3)	Stop (4)	Stop (5)	Stop (6)
R	-0.003*	-0.001	-0.001	0.003*	0.002**	0.002**
	(0.002)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)	(0.001)
Y	0.014***			0.002***		
	(0.001)			(0.001)		
h	0.006***			0.014***		
	(0.000)			(0.001)		
$\sum \lambda_j I[Y(\kappa) \in \hat{Y}_j]$		是			是	
$\sum \xi_i I[h(\kappa) \in \hat{H}_i]$		是			是	
$\sum \lambda_{j,i} I[Y(\kappa) \in \hat{Y}_j] I[h(\kappa) \in \hat{H}_i]$			是			是
控制变量	是	是	是	是	是	是
个体固定效应	是	是	是	是	是	是
日期固定效应	是	是	是	是	是	是
N	245 226	245 226	245 226	206 519	206 519	206 519
R <sup>2</sup>	0.143	0.147	0.149	0.215	0.217	0.218

注:\*\*\*、\*\*、\*分别表示在1%、5%和10%的水平上显著。括号内均为聚类到班次层面的稳健标准误。

<sup>①</sup> 本文还检验了降雨对两类驾驶员班次中临时休息决策的影响,详情见附录VI,实证结果同样表明下雨天网约车驾驶员劳动供给意愿更高。

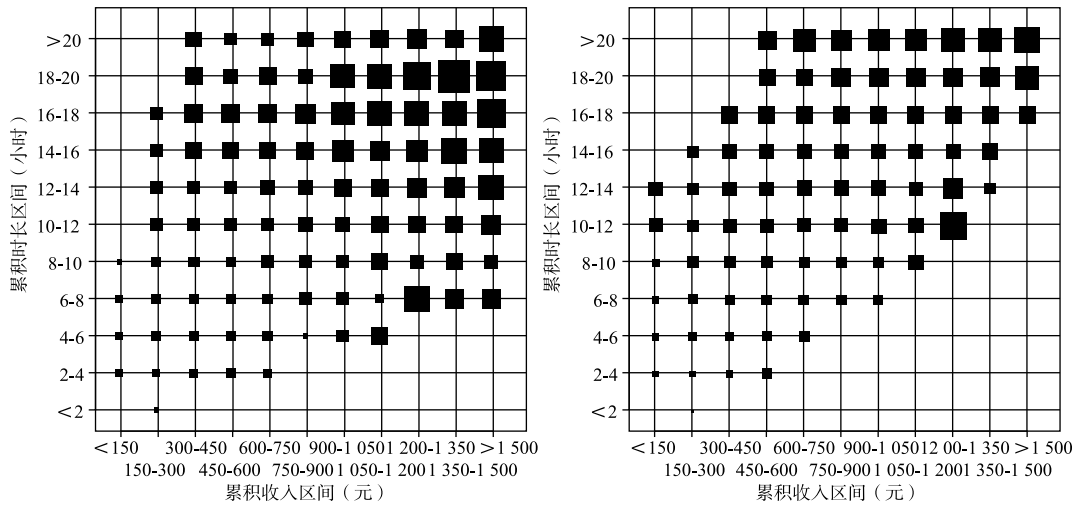


图 1 累积收入和累积时长对网约车(左)和巡游车(右)劳动供给的影响

(三) 福利测算

根据实证结果可知,预期工资对劳动供给产生正向激励作用,这意味着斜率向上的供给曲线。如图 2 所示,假设日常情况下出租车出行服务市场的供给和需求分别为  $S_1$  和  $D_1$ ,均衡运价为  $P_1^*$ 。下雨天居民室外的活动不便,必要的出行中步行、骑行等方式会转化为出租车出行,市场需求曲线由  $D_1$  向右移动至  $D_2$ 。而对出租车驾驶员,由于雨中驾驶的体验会较平时变差,预期工资不变的情况下愿意提供服务的驾驶员变少,市场供给曲线从  $S_1$  向左移动至  $S_2$ 。在巡游车的固定运价制度下,价格维持在  $P_1^*$  水平处,市场上的出租车服务供不应求,产生了  $Q_2^D - Q_2^S$  的需求缺口。而在网约车的市场化运价制度下,假设价格设定为新的供、需均衡,即  $S_2$  和  $D_2$  相交的价格  $P_2^*$  处,均衡服务为  $Q_2^*$ 。

比较两种运价制度可以发现:市场化运价与固定运价相比,消费者、生产者福利的改善分别为三角形  $BEC$  和三角形  $EFC$  的面积。此外,运价在下雨天的适当上升,只要不超过  $P_3$  的水平,与固定运价情况相比会同时改善消费者和生产者福利。生产者即驾驶员福利的改善来源于劳动供给的提升和工资的提升两部分,结合前两节实证模型的参数估计,降雨对劳动参与的影响的参数约为 0.027,对小时收入影响的参数约为 0.034,网约车较巡游车驾驶员的福利会提高约 6.1%。

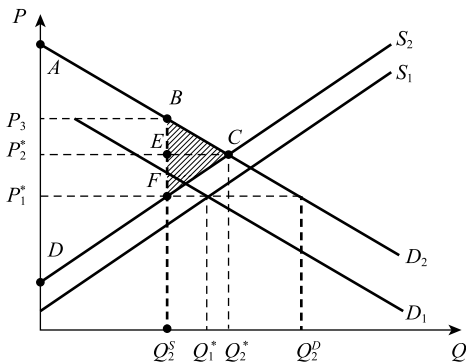


图 2 动态调价的福利分析

## 六、稳健性分析

### (一) 区分全职和兼职驾驶员

网约车驾驶员分为全职和兼职两种类型。兼职驾驶员的劳动供给模式可能会不同于全职,并干扰估计结果,为此需要排除兼职驾驶员的影响。鉴于网约车平台没有对全职和兼职驾驶员的清晰界定,本文通过机器学习无监督分类方法对网约车驾驶员进行聚类分析。筛选出全职网约车驾驶员后,进一步匹配与之同类型的巡游车驾驶员。具体分类和匹配过程见附录Ⅶ。

降雨对全职驾驶员劳动供给的影响的回归结果见附录Ⅶ表Ⅶ2。在排除了下雨天动态调价可能吸引兼职驾驶员工作对识别带来的干扰后,回归结果显示,不同的匹配方式下,交互项前的系数均为正,下雨天全职网约车驾驶员相较同类巡游车驾驶员的劳动供给意愿显著提升。

### (二) 高峰时段动态调价的影响

除了下雨,工作日的早、晚高峰时段也是需求激增、触发动态调价的典型时段。将工作日(周一到周五)的7:00—10:00和17:00—19:00分别界定为早、晚高峰,式(5)的实证结果如附录Ⅷ表Ⅷ1所示。被解释变量分别为小时劳动供给和小时收入,实证结果显示交互项前的系数均为正,即降雨和早晚高峰所触发的动态调价均会提升网约车的工资水平和劳动供给。

### (三) 不同时段异质性分析

动态调价对驾驶员劳动参与的影响,可能受到其他与小时相关的因素的干扰。为了排除这一干扰因素,本文进一步将一天24个小时分为四个打车需求比较接近的时段,在每组内研究降雨对驾驶员劳动参与的影响,具体划分标准见附录Ⅴ。实证结果显示,降雨所触发的动态调价在不同时段内对劳动参与的激励作用,在各个时段的影响均为正但略有差异,但凌晨时段以及早晚高峰时段的影响较小。详情见附录Ⅸ。

## 七、政策含义与研究局限

本文分析了“下雨天难打车”背后的经济学逻辑,并借此检验了现有劳动供给理论在中国的解释力。基于上海出租车市场微观大数据进行的实证分析表明,降雨时出租车驾驶员的名义工资保持不变,而劳动供给不升反降。驾驶员劳动参与下降的原因并非由于预期工资变化,而是由于降雨对驾驶员工作体验的负面影响。而在动态调价的影响下,降雨会提高网约车驾驶员的预期工资,并激励驾驶员增加劳动供给,缓解供需矛盾。从出租车驾驶员的行为可以看出,天气会对室外工作者的劳动供给产生显著影响,并通过工作体验和工资变化来影响劳动供给决策。同时需要看到,动态调价在不同时段起到的作用有



所差异,劳动者在不同时段对工作的保留效用存在差异(Chen et al., 2019)。企业以及政府的政策制定者只有充分把握劳动供给的客观规律,才能确保目标为改变劳动供给的政策会产生实际效果。

本文主要围绕“降雨”这一天气变化对出租车市场带来的影响,因而对降雨之外的劳动供给决定因素的分析有所弱化。本文虽然找到了出租车驾驶员劳动供给符合参照点依赖偏好的证据,即累积收入和累积工作时长对两类驾驶员的劳动供给均有正向影响,但是从图1可以看出,二者对两类驾驶员的影响模式有所差异,即参照点依赖偏好对两类驾驶员劳动供给的解释程度可能有区别。这有待作者后续以劳动供给机制为主题进行深入研究。

数字经济、平台经济的发展在创造新的商业模式的同时,冲击了传统行业,但也极大地丰富了经济学的研究资料,本文所研究的出租车市场正是受到数字经济冲击的典型行业。本文证实了网约车的市场化运价相较于巡游车的固定运价,可以有效缓解高峰时期供需矛盾并提升社会总体福利。本文支持政府对巡游出租车市场从政府定价向政府指导价或市场化定价进行改革<sup>①</sup>,充分利用价格对需求的调节作用、工资对劳动供给的调节作用,促进市场更有效率运行,助力高水平社会主义市场经济体制的构建。

## 参 考 文 献

- [1] Biddle, J. E., “Intertemporal Substitution and Hours Restrictions”, *The Review of Economics and Statistics*, 1988, 70(2), 347-351.
- [2] Bohra-Mishra, P., M. Oppenheimer, and S. M. Hsiang, “Nonlinear Permanent Migration Response to Climatic Variations But Minimal Response to Disasters”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2014, 111(27), 9780-9785.
- [3] Camerer, C., L. Babcock, G. Loewenstein, and R. Thaler, “Labor Supply of New York City Cabdrivers: One Day at a Time”, *The Quarterly Journal of Economics*, 1997, 112(2), 407-441.
- [4] Chen, M. K., P. E. Rossi, J. A. Chevalier, and E. Oehlsen, “The Value of Flexible Work: Evidence from Uber Drivers”, *Journal of Political Economy*, 2019, 127(6), 2735-2794.
- [5] Chou, Y. K., “Testing Alternative Models of Labour Supply: Evidence from Taxi Drivers in Singapore”, *The Singapore Economic Review*, 2002, 47(01), 17-47.
- [6] Cohen, P., R. Hahn, J. Hall, S. Levitt, and R. Metcalfe, “Using Big Data to Estimate Consumer Surplus: The Case of Uber”, 2016, NBER Working Papers 22627.
- [7] Connolly, M., “Here Comes the Rain Again: Weather and the Intertemporal Substitution of Leisure”, *Journal of Labor Economics*, 2008, 26(1), 73-100.
- [8] Cramer, J., and A. B. Krueger, “Disruptive Change in the Taxi Business: The Case of Uber”, *The American Economic Review*, 2016, 106(5), 177-182.
- [9] Crawford, V. P., and J. Meng, “New York City Cab Drivers’ Labor Supply Revisited: Reference-Dependent Preferences with Rational-Expectations Targets for Hours and Income”, *American Economic Review*, 2011, 101(5), 1912-32.
- [10] Duong, H. L., J. Chu, and D. Yao, “Taxi Drivers’ Response to Cancellations and No-Shows: New Evidence for Reference-Dependent Preferences”, *Management Science*, 2023, 69(1), 179-199.

---

<sup>①</sup> 事实上,上海已于2022年1月出台巡游出租车运价优化方案,率先在固定运价中引入了浮动运价机制,浮动幅度分为+5%、0、-5%三档,还提升了等候费水平,目的就在于通过调整运价制度以缓解高峰时期运力不足的问题。

- [11] Farber, H. S., "Is Tomorrow Another Day? The Labor Supply of New York City Cabdrivers", *Journal of Political Economy*, 2005, 113(1), 46-82.
- [12] Farber, H. S., "Reference-Dependent Preferences and Labor Supply: The Case of New York City Taxi Drivers", *American Economic Review*, 2008, 98(3), 1069-82.
- [13] Farber, H. S., "Why You Can't Find a Taxi in the Rain and Other Labor Supply Lessons from Cab Drivers", *The Quarterly Journal of Economics*, 2015, 130(4), 1975-2026.
- [14] 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.
- [15] Köszegi, B., and M. Rabin, "A Model of Reference-Dependent Preferences", *The Quarterly Journal of Economics*, 2006, 121(4), 1133-1165.
- [16] Martin, V., "When to Quit: Narrow Bracketing and Reference Dependence in Taxi Drivers", *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2017, 144, 166-187.
- [17] 马艺瑗、陈柯、朱平芳, "时间约束对劳动供给弹性估计的影响——基于上海出租车市场单双班制度", 《劳动经济研究》, 2023年第6期, 第74—96页。
- [18] Nordhaus, W., "Climate Change: The Ultimate Challenge for Economics", *American Economic Review*, 2019, 109(6), 1991-2014.
- [19] Oettinger, G. S., "An Empirical Analysis of the Daily Labor Supply of Stadium Venors", *Journal of Political Economy*, 1999, 107(2), 360-92.
- [20] Pankratz, N. M., and C. M. Schiller, "Climate Change and Adaptation in Global Supply-Chain Networks", *The Review of Financial Studies*, 2024, 37(6), 1729-1777.
- [21] Thakral, N., and L. T. Tö, "Daily Labor Supply and Adaptive Reference Points", *American Economic Review*, 2021, 111(8), 2417-2443.
- [22] 王春超、林芊芊, "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", 《经济学》(季刊), 2021年第21卷第3期, 第797—818页。
- [23] 姚澜、方观富, "基于动态视角的中国劳动力供给决策实证分析——以杭州出租车司机为例", 《财经研究》, 2016年第42卷第11期, 第86—98页。

## Weather Shocks, Dynamic Pricing and Labor Supply: Evidence from the Shanghai Taxi Market

MA Yiyuan

(Shanghai Jiao Tong University)

CAO Sili\*

(Zhejiang University of Finance and Economics)

ZHU Xi

(Shanghai Jiao Tong University)

ZHU Pingfang

(Shanghai Academy of Social Sciences)

**Abstract:** The impact of rainfall on the labor supply of taxi drivers is elucidated based on theories of neoclassical economics and behavioral economics, and big data from the Shanghai taxi market is utilized for verification. Deteriorating working conditions is found to suppress labor supply with data from cruising taxis under fixed fares. Comparing this with ride-hailing services operating under market-oriented fares, wage incentives is found to alleviate the negative effects of climate change on labor supply. Empirical evidence suggests that the behaviors of both types of drivers conform to reference-dependent preference theory. Therefore, empowering enterprises with greater pricing autonomy could enhance their resilience to climate change and enhance residents' well-being.

**Keywords:** weather shocks; labor supply; platform economy

**JEL Classification:** J22, J23, Q54

---

\* Corresponding Author: CAO Sili, Center for Quantitative Economic Research & School of Economics, Zhejiang University of Finance and Economics, Hangzhou, Zhejiang 310018, China; Tel: 86-15518899696; E-mail: caosili.csl@qq.com.