



感知算法控制对零工工作者安全绩效的非线性影响

范志灵¹, 刘善仕¹, 裴嘉良¹, 年鹏翔¹, 张建平²

1 华南理工大学工商管理学院, 广州 510641

2 广东金融学院工商管理学院, 广州 510521

摘要: 算法控制下零工工作者的不安全事件频发, 安全问题凸显, 引发了政府、社会和学术界对“算法取中”问题的高度关注。已有围绕算法控制对零工工作者工作态度和行为影响的研究存在争议, 并且忽视了算法控制强度的变化, 尚无法清晰地揭示算法控制与安全绩效的关系, 在一定程度上限制了政府和平台出台相关政策和对策的针对性和有效性。

基于自我控制力量模型, 从个体感知视角切入, 探索零工工作者感知算法控制对其安全绩效的非线性影响; 并将个体特质因素纳入研究模型, 考察特质自我控制对感知算法控制与安全绩效之间关系的调节作用, 以此构建一个被调节的曲线间接效应模型。以华南地区一家网约车平台的司机群体作为调研对象, 共获得多来源、多阶段的 351 份实地调查数据, 并采用 Spss 21.0 和 Mplus 8.0 进行数据分析。

研究表明, 感知算法控制与安全绩效呈倒 U 形关系, 自我损耗起中介作用。具体地, 当零工工作者感知算法控制从低水平增加至中等水平时, 自我损耗减少, 个体安全绩效逐渐提高; 当零工工作者感知到算法控制从中等水平提升至高水平时, 自我损耗增加, 个体安全绩效降低。特质自我控制调节感知算法控制与安全绩效的非线性关系, 即零工工作者特质自我控制水平越高, 感知算法控制通过自我损耗对安全绩效的倒 U 形关系越平缓。

研究结果揭示了零工经济情景下智能算法作为一种新兴的数字技术如何在几乎没有人工干预的情况下对工作者的劳动服务过程进行控制, 并且随着工作者对算法控制感知强度的增加, 通过自我损耗对其安全绩效产生非线性影响。一方面, 通过引入自我控制力量模型, 发现了适度强度的算法控制对工作者安全绩效最优; 另一方面, 发现了算法控制对具有不同特质的个体存在差异化的作用机理。研究结果为优化和改进平台算法以提高零工工作者的安全绩效提供更具针对性和有效性的理论依据。

关键词: 零工工作者; 感知算法控制; 安全绩效; 自我损耗; 特质自我控制; 自我控制力量模型

中图分类号: C936

文献标识码: A

doi: 10.3969/j.issn.1672-0334.2023.06.006

文章编号: 1672-0334(2023)06-0075-14

收稿日期: 2022-09-04 修返日期: 2023-09-06

基金项目: 国家自然科学基金 (71832003, 72272054, 72202045)

作者简介: 范志灵, 华南理工大学工商管理学院硕士研究生, 研究方向为零工经济和算法控制等, E-mail: fanzhilin821@163.com

刘善仕, 管理学博士, 华南理工大学工商管理学院教授, 研究方向为零工经济、多元雇佣和人力资源大数据等, 代表性学术成果为“在线劳动平台算法管理: 理论探索与研究展望”, 发表在 2022 年第 2 期《管理世界》, E-mail: bmssliu@scut.edu.cn

裴嘉良, 华南理工大学工商管理学院博士研究生, 研究方向为零工经济、算法控制和 AI 决策等, 代表性学术成果为“零工工作者感知算法控制: 概念化、测量与服务绩效影响验证”, 发表在 2021 年第 6 期《南开管理评论》, E-mail: peijialiang0623@163.com

年鹏翔, 华南理工大学工商管理学院博士研究生, 研究方向为算法控制和即兴行为等, E-mail: 912013npx@163.com
张建平, 管理学博士, 广东金融学院工商管理学院讲师, 研究方向为领导力、员工内部创业、资质过剩感知和元分析等, E-mail: zhangjp1987@126.com

引言

安全绩效是衡量个体在安全方面表现的指标,包含安全行为和安全结果^[1]。鉴于工作安全不仅是工作者的基本劳动权益,还会对他人、组织和社会造成重要影响,如何确保工作者安全绩效备受学术界关注^[2]。近年来,随着中国垂直领域的零工经济迅速发展,衍生出许多基于GPS定位、跨空间流动的零工工作者,他们每日奔波于城市的各个角落,但诸如闯红灯、逆行、超速行驶、与顾客发生严重冲突等不安全行为愈发严重^[3-5],安全问题愈发凸显。以共享出行领域为例,相关数据显示,网约车交通事故发生率约7.150%,远高于同期出租车的1.780%、私家车的0.280%^[6]。

在中国,零工工作者高态势的安全事故发生率引发了业界和学界的高度关注,并将问题矛头直指算法控制,明确提出平台应优化算法模型、设置合理的阈值区间以实现“算法取中”。然而,“算法取中”能否有效解决零工工作者的安全问题尚缺乏研究证据支持,算法控制对零工工作者安全绩效的影响机制是否是简单的线性关系尚不清晰,鲜有研究探讨当零工工作者对算法控制的感知程度不同时^[7],是否会产生不同的安全绩效。因此,亟须探索零工工作者感知算法控制如何影响其安全绩效,这具有重要的实践价值和研究意义。

为解决零工工作者感知算法控制如何影响其安全绩效的问题,本研究选择自我控制力量模型作为理论基础。一方面,有研究表明自我控制是确保个体安全绩效的重要力量^[8];另一方面,感知算法控制水平是连续的、动态变化的,自我控制资源的变化同样具有连续性,从资源变化的视角切入,可以更好地呈现零工工作者因感知算法控制强度的变化而影响安全绩效的过程。因此,本研究借助自我控制力量模型,将从资源变化角度破解算法控制对安全绩效影响机制的黑箱。

1 相关研究评述

算法控制是诸如Uber、滴滴出行、美团外卖等在线劳动平台基于人工智能算法技术设计的一套智能平台控制系统,可用于代替人工干预对零工工作者进行实时控制^[9]。这一全新的管理实践对零工工作者心理和行为的塑造有重要影响。然而,已有研究表明,算法控制对零工工作者的影响可能具有积极和消极并存的“双刃剑”效应。

一方面,从消极效应路径看,算法控制可能诱发高强度的压力、工作疲劳、焦虑等负性情感体验^[5],导致零工工作者出现不良行为,如危险驾驶等,增加了道路安全风险^[5,10]。CHRISTIE et al.^[3,11]通过对零工工作者进行访谈发现,零工司机和外卖骑手在工作过程中感到高强度的压力,注意力分散,如频繁接收通知和长时间工作后的严重疲劳,而超速、闯红灯、在驾驶过程中使用手机等违规行为更是司空见惯,证实了零工工作者在道路交通事故方面具有更高风

险; NGUYEN-PHUOC et al.^[12]基于工作-资源模型对外卖骑手进行定量研究发现,算法控制构建的更高工作要求和和工作质量直接或间接地增加了零工工作者的工作倦怠、冒险态度和危险骑行行为,并通过数据证实工作倦怠、工作资源和个人需求直接影响零工工作者的危险行为,而工作倦怠是最重要的预测因素^[13]。另一方面,从积极效应路径看,算法控制给零工工作者带来工作安全感、公平感、心流体验等积极情感体验^[14-15],激励零工工作者产生高工作绩效和高工作卷入等正向行为。例如,Uber算法控制的游戏化设置,让零工工作者感受到打怪升级带来的愉悦状态,甚至形成全神贯注、忘记时间存在的心流体验^[16]。此外,算法系统提供的大量与工作任务相关的信息技术支持^[17],能帮助零工工作者对抗工作中的分心和环境中的诱惑。裴嘉良等^[7]通过定量研究证实零工工作者感知算法控制对其服务绩效具有正向影响。

这些研究证据初步证实了算法控制对零工工作者心理和行为确实存在影响,但仍存在一些局限。①已有研究多数探讨算法控制对零工工作者心理和行为层面的线性影响,但研究结果存在争议,亟须新的理论视角将已有的研究争论进行整合。②已有研究大多基于平台视角分析算法控制产生的影响,鲜有研究基于个体感知视角揭示算法控制对安全绩效的影响。实际上,算法控制发挥作用更多体现为一种心理资源,并建立在零工工作者的主观感受上,对于算法控制的感知不同会从根本上塑造他们的态度和行为^[7]。因而有必要基于个体感知视角探讨算法控制的影响^[7]。③探讨算法控制对零工工作者道路安全风险的研究尚处于萌芽阶段,相关研究数量有限,且多数通过定性方法挖掘算法控制对零工工作者安全风险的影响因素^[11,3],鲜有涉及算法控制的定量研究,算法控制的作用机制更未可知。④已有研究忽视了算法控制强度的动态变化过程,导致无法清晰地揭示在实际工作场所下算法控制与安全绩效的关系。本研究认为算法控制与安全绩效可能不是简单的线性关系,二者之间存在复杂的曲线关系,动态变化的关键在于感知算法控制的强度。

为揭示感知算法控制对安全绩效的曲线作用机制,本研究基于自我控制力量模型(strength model of self-control, SMSC),从个体资源动态变化的视角构建理论模型。自我控制力量模型通过资源情景取向解释自我控制失败的过程机制,在安全控制领域的重要作用得到广泛认可。该理论认为自我控制的成功依赖于充足的自我控制资源^[18],这些资源全部存储在容量有限的资源库中且总量恒定;个体执行任何类型的自我控制活动,如认知控制、情绪调节、冲动抑制和判断决策等都会消耗自我控制资源^[19];当自我控制资源不足或耗竭时,自我损耗程度高,即出现自我损耗效应,进而导致后续任务的自我控制失败。

本研究选取自我控制力量模型作为理论基础,原

因在于:①有研究表明自我控制是确保安全行为的“最后防线”^[8],但从资源和情景的角度探讨自我控制与安全绩效关系的研究尚不多见。②已有关于安全控制领域的研究表明,确保个体安全行为正确执行的4种控制手段包括技术控制、管理控制、社会控制和自我控制。前3种控制手段通过外部力量约束零工工作者的行为,但由于无法覆盖实际工作的所有细节,对于零工工作者自我控制资源的影响力度有限。此外,随着数字技术的日渐成熟,算法控制作为全新的组织控制力量,能够渗透到工作过程中的方方面面^[14,20],已成为一股不容忽视的、强大的控制力量,算法控制可能极大地影响自我控制进而影响零工工作者的安全绩效。但鲜有研究考虑算法控制对个体自我控制资源的影响,算法控制如何影响自我控制进而对个体行为产生影响的研究匮乏。③个体感知的算法控制水平是一个连续的动态过程^[7],自我控制资源的变化同样具有连续性,从资源变化的视角切入,能够更好地呈现零工工作者自我控制力量因感知算法控制强度的变化而发生变化的动态过程。综上所述,本研究使用自我控制力量模型探索感知算法控制对零工工作者安全绩效的影响机制是符合理论逻辑的,能为算法控制的相关研究引入新的理论机制。

进一步地,有研究表明,零工工作者对于算法控制的响应态度和后续行为还会受到个体差异的影响^[7],并且人格特质是影响自我控制力量的重要个体因素^[21]。基于自我控制力量模型的相关研究,本研究发现特质自我控制这一人格特质备受关注,它反映个体自我控制能力,决定个体自我控制资源库的资源总量,是工作场所安全的重要影响因素^[21]。因此,本研究拟引入特质自我控制这一反映个体自我控制能力差异的变量,并考察个体自我控制水平的差异对感知算法控制与安全绩效关系的调节作用。

2 理论分析和研究假设

2.1 感知算法控制、自我损耗与安全绩效

感知算法控制体现了零工工作者对平台制定和倡导的服务标准、行为规范、奖惩政策等内容的个性化和内在化的理解,理解程度不同会从根本上影响甚至塑造他们的心理和行为^[7],继而影响其安全绩效。

当零工工作者感知到的算法控制较低时,零工工作者对在线劳动平台期待的工作行为和工作态度不明确。由于缺乏明确的服务标准,零工工作者在工作过程中更可能获得顾客的低满意度评价和更低的服务绩效^[7],诱发挫败感和低胜任感等负面情绪^[7],消耗心理资源。同时,感知算法控制较低的零工工作者对于在线劳动平台的运行系统缺乏清晰的感知,所以他们感受不到算法系统提供的必要的信息和技术支持,整个工作过程都需通过调动自我控制资源去完成;甚至可能操作和理解算法系统就需要消耗大量的自我控制资源,这加剧了他们的自我损耗。

当感知算法控制从低水平增加至中等水平时,一方面,零工工作者逐渐受益于算法系统提供的信息和技术支持,有效减少了工作过程中分心抑制和抵抗环境中的诱惑、判断决策等自我控制活动^[19],进而减少自我控制资源的损耗。例如,借助导航系统的既定路线接送乘客减少了驾驶过程中对于行驶路线的选择决策;实时语音提醒当前路况有效减少分心抑制。另一方面,中等水平感知算法控制的零工工作者对于算法系统传递出的对工作时间和工作职责等的服务要求有更具象化的理解,虽然这些工作要求会带来一定程度的压力,但由于算法系统是辅助工作的技术伙伴,能帮助他们努力实现既定目标。因此,零工工作者更可能将这些工作要求视为挑战性压力^[7],激发零工工作者的内在动机,显著提升他们的自我成就感和实际收益,产生资源充盈感。此外,中等水平感知算法控制的零工工作者更能享受算法系统游戏化设计、象征性奖励等带来的趣味性,产生高兴、自豪和希望等积极情绪^[15],进而减少自我损耗。

当感知算法控制从中等水平提升至高水平时,零工工作者更倾向于视算法系统为控制性而非信息性。高水平感知算法控制的零工工作者能准确把握在线劳动平台的派单机制和评价体系,为了获得更高的绩效表现和实际收益,不得不受制于算法控制^[22],自主选择不断延长工作时间、提高劳动强度^[3],这导致越来越大的工作负荷,诱发高强度的压力、工作疲劳和焦虑等负性情感体验^[5],加剧自我损耗。与此同时,严苛的算法控制也引发了新的有趣问题:身份紧张。零工工作者以“小微创业者”的身份加入平台,但现实却处处受制于算法的严苛控制,出现工作自主悖论^[9,23],这种角色冲突和认知模糊造成了零工工作者的困惑,引发身份紧张感,进而导致工作压力和工作倦怠^[24],消耗自我控制资源。算法控制实际构建了一个工作要求更高的工作情景,鼓励零工工作者超额完成服务角色期望的任务,高水平感知算法控制的零工工作者更加遵循算法系统传递出的平台服务信息。因此,除了按照规定完成角色内工作外,与低水平感知算法控制的零工工作者相比,高水平感知算法控制的零工工作者更可能超出规定内的角色要求致力于提供更优质的服务^[7],他们的自我控制活动数量和难度都增加,需要投入更多自我控制资源,这加剧了自我损耗。根据以上分析,本研究提出假设。

H₁ 感知算法控制与自我损耗呈正U形关系

承接上述推断,感知算法控制水平将影响自我控制资源存量,而已有研究表明,执行安全行为需要足够的自我控制资源^[25],自我控制资源不足或耗竭将降低个体安全绩效^[26],自我损耗与安全绩效负相关^[8]。因此,本研究认为,感知算法控制通过自我损耗对安全绩效呈倒U形影响。首先,自我控制资源不足时,个体的注意调节能力将下降,风险判断水平也随之下降,进而导致零工工作者易被分心刺激干扰,而且

无法对自身行为进行监控,危险驾驶行为增加,如超速驾驶^[27]。其次,当个体处于自我损耗状态时,很难控制自身冲动和拒绝当前的诱惑,风险偏好会提高,从而做出看起来对当前有利实则长远来看损失更大的非理性行为^[28]。不安全行为带来的收益很容易被个体察觉,如通过走捷径小路以提高效率进而得到更多奖金^[26],因而更可能增加不安全行为的风险选择概率,降低安全绩效。综合上述可知,自我控制资源不足或耗竭将提高不安全行为发生概率,降低安全绩效;自我控制资源充足则可有效激发安全行为,提高安全绩效。当零工工作者感知算法控制从低水平增加至中等水平时,更倾向于视算法系统为信息支持的技术伙伴,自我控制活动减少,零工工作者将拥有较为充足的自我控制资源存量促进个体正确执行安全行为,因此提高安全绩效;当零工工作者感知算法控制从中等水平提升至高水平时,更倾向于视算法系统为控制性而非信息性,自我控制活动的数量和难度增加,加剧了自我控制资源的消耗,出现自我损耗状态,零工工作者将缺乏充足的自我控制资源以进行安全行为,导致安全绩效降低。根据以上分析,本研究提出假设。

H₂ 感知算法控制通过自我损耗对安全绩效呈倒U形影响

2.2 特质自我控制的调节作用

特质自我控制是一种稳定的人格特质,可以反映资源库的自我控制资源总量^[21]。有研究表明,与低特质自我控制的零工工作者相比,高特质自我控制的零工工作者具有更多可支配的自我控制资源总量,能更好地控制思想、情绪和冲动^[29],带来更积极的工作成果,如良好的表现、和谐的人际关系和较少的越轨行为等^[30-31]。此外,在进行相同自我控制活动时,高特质自我控制的个体比低特质自我控制的个体消耗的自我控制资源更少^[32]。因此,本研究认为特质自我控制水平对感知算法控制与自我损耗之间的关系具有显著的调节作用。具体地,①当感知算法控制处于较低水平时,高特质自我控制的零工工作者拥有的更充足的自我控制资源总量,能更好地调节低水平感知算法控制带来的挫败感和低胜任感等负面情绪,减少心理资源的消耗。同时,高特质自我控制的零工工作者进行相同的自我控制活动需要消耗的自我控制资源较少,因此,在同样缺少必要的信息支持来帮助完成工作任务的情况下,高特质自我控制的零工工作者的自我控制资源的消耗速度比低特质自我控制的零工工作者更慢,从而降低了自我损耗的程度。②当感知算法控制从低水平增加至中等水平时,零工工作者得益于算法系统提供的信息和技术支持,减少了自我控制活动,高特质自我控制的零工工作者比低特质自我控制的零工工作者拥有更为充足的、可支配的自我控制资源存量,降低了自我损耗的程度。③当感知算法控制从中等水平提升至高水平时,高特质自我控制的零工工作者在应对高水平感知算法控制带来的高强度的压力、工作疲劳、

焦虑和身份紧张等负性情感体验时,拥有较为充足的自我控制资源总量;同时,高特质自我控制的零工工作者自我控制资源总量更多、消耗速度更慢,因而能更好地抵御高水平感知算法控制构建的更高工作要求下自我控制资源的大量消耗,降低自我损耗的程度。根据以上分析,本研究提出假设。

H₃ 特质自我控制对感知算法控制与自我损耗之间的正U形关系具有调节作用,高特质自我控制下,感知算法控制对自我损耗的正U形关系更加平缓;低特质自我控制下,感知算法控制对自我损耗的正U形关系更加显著。

进一步的,正确执行安全行为依赖于足够的自我控制资源存量,自我损耗与安全绩效负相关。因此,本研究推断,特质自我控制对感知算法控制通过自我损耗与安全绩效的倒U形关系起调节作用,高特质自我控制能够缓解感知算法控制对安全绩效的负面影响。由上述分析可知,在不同的感知算法控制下,高特质自我控制的零工工作者能够降低自我损耗的程度,他们将拥有较为充足的剩余可支配自我控制资源,以确保正确执行安全行为,从而提高安全绩效。根据以上分析,本研究提出假设。

H₄ 特质自我控制对感知算法控制通过自我损耗对安全绩效的倒U形影响产生调节作用,低特质自我控制下,感知算法控制通过自我损耗对安全绩效的倒U形影响更加显著;高特质自我控制下,感知算法控制通过自我损耗对安全绩效的倒U形影响更加平缓。

综上,本研究构建一个被调节的曲线间接效应模型,从零工工作者个体感知视角切入,以自我控制力量模型为理论基础,探讨感知算法控制通过自我损耗对安全绩效的非线性影响,同时考察特质自我控制的调节作用。研究模型见图1。

3 研究设计

3.1 研究样本和程序

中国零工经济涉及的劳动力群体主要集中在共享出行、即时配送、服务到家等领域,共享出行领域的网约车司机在零工经济中表现活跃。据中国交通运输部公布的数据显示,截止到2023年4月,中国合规网约车司机数量高达540余万人。根据已有研究对该群体的关注,同时考虑到本研究主题关注零工工作者与智能算法的人机交互过程,本研究将网约车司机作为具有典型性和代表性的调查对象。

具体的调查过程如下:在2021年12月至2022年1月期间,得益于研究团队与广东省人力资源和社会保障厅合作开展灵活用工课题项目的支持,研究人员对华南地区R网约车平台开展实地调研。鉴于该平台要求司机定期参与线下培训活动,在司管部门相关负责人的帮助下招募志愿者,并在培训期间由负责人根据自愿参与的司机规模线下发放并统一回收调查问卷。为减少共同方法偏差的影响,本研究选择多阶段、多来源的数据收集方式,每两个时间点

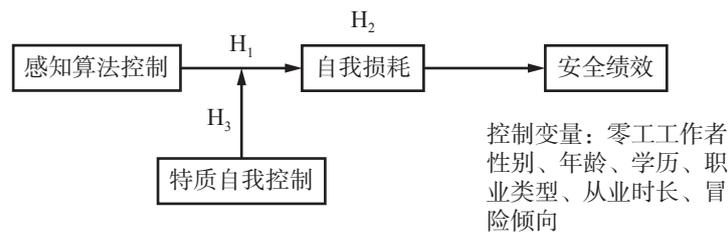


图1 研究模型

Figure 1 Research Model

之间间隔约2周。时间点1测量感知算法控制、特质自我控制、冒险倾向和人口统计变量,实地发放392份问卷,收回有效问卷384份,有效回收率为97.959%;时间点2测量自我损耗,对时间点1提供384份有效问卷的司机实地发放问卷,收回有效问卷370份,有效回收率为96.354%;时间点3研究人员拜访R网约车公司,平台提供了时间点2交回370份有效问卷的司机的系统账号和安全绩效的数据,在内部系统进行匹配和分析,剔除有明显规律性或乱填等无效问卷后,获得有效问卷351份。其中,男性有249名,占70.940%;年龄在30岁以下的司机95名,占27.066%;专科学历的司机154名,占43.875%;全职司机248名,占70.655%;从业时长超过6个月的司机261名,占74.359%。

3.2 变量的测量

为确保本研究使用的测量工具具有良好的信度和效度,参考已有研究,使用国内外权威期刊广泛应用的成熟量表。对于外文量表,本研究遵循严格的翻译-回译程序,使其适应中国情景。除人口统计学变量外,本研究使用的所有量表均采用Likert 5点评分法,1为非常不符合,5为非常符合。

(1) 因变量:安全绩效(SP)。根据安全绩效的定义,需要对衡量个体安全行为和结果的指标进行测量。在网约车服务情景下,司机安全行为和结果与自身和他人(如乘客)共同相关。本研究采用网约车平台终端的算法系统自动计算的司机安全合规分对司机安全绩效进行测量,满分为65分。其中,人证分30分,要求每天上岗司机是本人,并需要携带好驾驶证、网约车司机证,违者扣分;订单合规分20分,当订单异常时扣分,如绕道;驾驶分15分,要求司机安全驾驶,获得危险驾驶标签将扣分,如闯红灯。安全合规分是3项分数的合计,司机的安全合规分越高,说明司机在身份认证、订单合规和安全驾驶等方面表现得越好,从而能够提供更安全的乘车体验。

(2) 自变量:感知算法控制。采用裴嘉良等^[7]编制的测量感知算法控制的量表,共11个题项,刻画了零工工作者对于算法系统通过规范指导、追踪评估、行为约束等3个方面对其提供在线劳动服务的过程进行实时动态控制的综合感知。

(3) 中介变量:自我损耗。采用LIN et al.^[33]开发的测量自我损耗量表中的5个题项,测量零工工作者出现自我控制资源不足或耗竭时的状态。

(4) 调节变量:特质自我控制。采用TANGNEY et al.^[30]编制的特质自我控制量表的简化版,共13个题项,测量零工工作者克服冲动、习惯或下意识反应的能力倾向^[19]。

(5) 控制变量。已有研究表明,个体冒险倾向存在差异,风险偏好程度较高的个体会更多关注危险行为可能带来的收益,忽视其可能造成的损失,对个体安全绩效产生负面影响;而个体的性别、年龄、学历和从业时长也可能对其不遵守规范的危险行为产生影响。基于此,为排除上述因素对本研究结果的影响,本研究对零工工作者的性别、年龄、学历、职业类型、从业时长和冒险倾向进行控制。本研究采用WILLIAMS^[34]开发的测量个体冒险倾向量表,共11个题项。

测量感知算法控制、自我损耗、特质自我控制、冒险倾向的具体题项以及各量表的Cronbach's α 值见表1,在测量过程中,为避免测量标准不统一或影响信度,全部题项均为正向提问形式。

4 实证结果和分析

4.1 共同方法偏差的控制和检验

由于本研究部分测量采取自评方式,可能存在共同方法偏差的问题。为尽可能减少此类问题,本研究采取事前和事后两种方式进行控制。首先,在事前控制方面,采用说明调研数据使用用途、强调信息保密以及多来源和多时点填答等多种方法。其次,在事后控制方面,分别采用Harman单因素检验和非可测潜在方法因子进行控制。一方面,Harman单因素检验结果表明,未获得单一因子且首个主成分对变异解释为17.002%,低于40%的临界值^[35]。另一方面,在加入共同方法偏差因子后,5因子模型优于4因子模型, $\chi^2=1022.685$, $CFI=0.926$, $TLI=0.916$, $SRMR=0.042$, $RMSEA=0.037$,但5因子模型的CFI比假设模型仅增了0.012,低于0.050的标准^[35-36]。综上,本研究共同方法偏差问题不明显。

4.2 验证性因子分析

为检验核心潜变量的区分效度,本研究使用Mplus 8.0进行验证性因子分析。需要说明的是,由于结果变量安全绩效不是潜变量,因此,本研究对感知算法控制、自我损耗、特质自我控制和冒险倾向4个潜变量进行验证性因子分析^[37]。检验结果见表2,与3因子模型、2因子模型和单因子模型相比,4因

表 1 测量题项
Table 1 Measuring Items

| 变量名称 | 题项 | Cronbach's α |
|-----------------|---|---------------------|
| 感知算法控制 (Pac) | 算法智能分配我的工作任务 | 0.844 |
| | 算法按照平台标准对我的工作做出规范指示 | |
| | 算法向我提供大量与完成工作任务相关的信息支持 | |
| | 算法向我实时动态反馈与工作绩效相关的信息 | |
| | 算法实时追踪定位我的地理位置 | |
| | 算法持续跟进我的工作进度 | |
| | 算法实时监控我的工作态度 | |
| | 算法自动评估我完成工作的质量 | |
| | 算法根据我的工作表现划分等级,并在平台内进行排名 | |
| | 算法在特定时段或时期提供现金奖励,激励我努力工作 当我工作未能满足平台要求时,算法会对我进行罚款 | |
| 自我损耗 (ED) | 我感觉筋疲力尽 | 0.822 |
| | 我的注意力无法集中 | |
| | 我需要付出大量努力才能专心做某件事情 | |
| | 我心力交瘁 我觉得我没有了意志力 | |
| 特质自我控制 (TS) | 我能很好地抵制诱惑 | 0.904 |
| | 我很难改掉坏习惯 | |
| | 我是懒惰的 | |
| | 我会说出不恰当的话 | |
| | 我会做一些对我不好的事情,如果它们很有趣的话 | |
| | 我拒绝对我有害的东西 | |
| | 我希望我能更自律 | |
| | 人们会说我有钢铁般的自制力 | |
| | 追求乐趣有时使我无法完成工作 | |
| | 我很难集中注意力 我能够有效地朝着长期目标努力 有时我无法阻止自己去做一些事,即使我知道是错的 我经常不考虑所有的选择就行动 | |
| 冒险倾向 (RT) | 冒着失败的风险我也愿意努力尝试 | 0.857 |
| | 我喜欢冒着风险去获取高的回报 | |
| | 我总是喜欢与别人分享冒险的想法 | |
| | 努力尝试和冒险是一件有趣的事情 | |
| | 我不喜欢被规则限制 | |
| | 我喜欢别人未曾做过的事情 | |
| | 我喜欢在别人面前发表意见 | |
| | 我喜欢我对事情不确定的看法 我喜欢冒着风险去尝试而不管对错 出于好奇心,哪怕冒着风险我也愿意尝试新的事情 无关输赢我都喜欢去冒险尝试 | |

表 2 验证性因子分析结果
Table 2 Results for Confirmatory Factor Analysis

| 模型 | 因子组合 | χ^2 | <i>df</i> | $\Delta\chi^2$ | Δdf | <i>CFI</i> | <i>TLI</i> | <i>SRMR</i> | <i>RMSEA</i> |
|--------|---------------------------|-----------|-----------|----------------|-------------|------------|------------|-------------|--------------|
| 4 因子模型 | <i>Pac, ED, TS, RT</i> | 1 115.790 | 734 | | | 0.914 | 0.908 | 0.046 | 0.039 |
| 3 因子模型 | <i>Pac + RT, ED, TS</i> | 2 157.562 | 737 | 1 041.772 | 3 | 0.679 | 0.661 | 0.103 | 0.074 |
| 2 因子模型 | <i>Pac + RT + ED, TS</i> | 2 727.805 | 739 | 1 612.015 | 5 | 0.551 | 0.526 | 0.122 | 0.088 |
| 单因子模型 | <i>Pac + RT + ED + TS</i> | 3 399.809 | 740 | 2 284.019 | 6 | 0.400 | 0.367 | 0.134 | 0.101 |

注：“+”表示因子合并；样本数为351，下同。

表 3 描述性统计结果
Table 3 Results for Descriptive Statistics

| 变量 | 安全 绩效 | 感知算法 控制 | 感知算法 控制 ² | 特质自我 控制 | 自我 损耗 | 性别 | 年龄 | 学历 | 职业 类型 | 从业 时长 | 冒险 倾向 |
|---------------------|----------|------------|-------------------------|------------|----------|----------|----------|--------|----------|----------|----------|
| 感知算法控制 | -0.117* | | | | | | | | | | |
| 感知算法控制 ² | -0.227** | 0.016 | | | | | | | | | |
| 特质自我控制 | 0.222** | -0.057 | -0.280** | | | | | | | | |
| 自我损耗 | -0.362** | 0.160** | 0.333** | -0.396** | | | | | | | |
| 性别 | 0.232** | -0.019 | 0.029 | 0.092 | 0.024 | | | | | | |
| 年龄 | -0.054 | -0.017 | -0.079 | -0.023 | 0.082 | 0.024 | | | | | |
| 学历 | 0.155** | -0.060 | 0.113* | 0.019 | -0.031 | 0.023 | -0.427** | | | | |
| 职业类型 | -0.047 | -0.064 | -0.022 | 0.058 | -0.158** | -0.082 | -0.007 | 0.060 | | | |
| 从业时长 | -0.054 | 0.068 | 0.049 | -0.012 | 0.062 | -0.069 | 0.123* | -0.037 | 0.007 | | |
| 冒险倾向 | -0.159** | 0.056 | 0.048 | -0.063 | 0.087 | -0.152** | 0.035 | -0.074 | 0.084 | 0.157** | |
| 均值 | 55.030 | 3.747 | 0.997 | 3.890 | 3.877 | 0.290 | 2.160 | 2.580 | 0.290 | 2.090 | 3.984 |
| 标准差 | 6.171 | 0.635 | 1.148 | 0.610 | 0.679 | 0.455 | 1.059 | 0.751 | 0.456 | 0.818 | 0.619 |

注：**为 $p < 0.010$, *为 $p < 0.050$, 下同。

子模型与实际数据拟合效果最佳, $\chi^2 = 1 115.790$, $CFI = 0.914$, $TLI = 0.908$, $SRMR = 0.046$, $RMSEA = 0.039$ 。

4.3 描述性统计和相关性分析

使用 Spss 21.0 对安全绩效、感知算法控制、自我损耗、特质自我控制和冒险倾向 5 个变量进行描述性统计分析和相关性分析, 结果见表 3。感知算法控制的平方项与自我损耗显著正相关, $r = 0.333$, $p < 0.010$; 感知算法控制的平方项与安全绩效显著负相关, $r = -0.227$, $p < 0.010$; 自我损耗与安全绩效显著负相关, $r = -0.362$, $p < 0.010$; 特质自我控制与自我损耗显著负相关, $r = -0.396$, $p < 0.010$ 。因此, 相关性分析结果初步验证了本研究的相关假设。

4.4 假设检验

为避免多重共线性问题, 本研究对控制变量、自变量和调节变量进行中心化处理, 然后用中心化处

理后的变量构建感知算法控制平方项、感知算法控制与特质自我控制的交互项、感知算法控制平方项与特质自我控制的交互项。为检验研究假设, 本研究将控制变量和多项式回归项对自我损耗和安全绩效进行层次回归分析, 回归结果见表 4。

为了检验 H_1 , 模型 1 给出控制变量对自我损耗的回归结果; 模型 2 在模型 1 的基础上引入感知算法控制, 感知算法控制与自我损耗的线性关系显著, $\beta = 0.147$, $p < 0.010$; 模型 3 在模型 2 的基础上引入感知算法控制平方项, 感知算法控制平方项的回归系数显著为正, $\beta = 0.331$, $p < 0.001$, 表明感知算法控制与自我损耗之间可能存在正 U 形关系。进一步检验模型 3 的拐点位置, 经过计算得到拐点为 -0.216 , 在感知算法控制的取值范围内 $(-2.463, 1.972)$ 。上述结果表明, 当零工工作者感知到的算法控制从低水平逐渐

表4 层次回归结果
Table 4 Hierarchical Regression Results

| 变量 | 自我损耗 | | | | | | 安全绩效 | | | |
|------------------------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|
| | 模型 1 | 模型 2 | 模型 3 | 模型 4 | 模型 5 | 模型 6 | 模型 7 | 模型 8 | 模型 9 | 模型 10 |
| 感知算法控制 | | 0.147** | 0.143** | 0.128** | 0.111* | 0.109* | | -0.100 | -0.096 | -0.051 |
| 感知算法控制 ² | | | 0.331*** | 0.242*** | 0.241*** | 0.194*** | | | -0.247*** | -0.142** |
| 特质自我控制 | | | | -0.312*** | -0.298*** | -0.175* | | | | |
| 自我损耗 | | | | | | | | | | -0.318*** |
| 感知算法控制 × 特质自我控制 | | | | | -0.078 | -0.066 | | | | |
| 感知算法控制 ² × 特质自我控制 | | | | | | -0.185* | | | | |
| 性别 | 0.025 | 0.027 | 0.014 | 0.046 | 0.048 | 0.044 | 0.207*** | 0.207*** | 0.216*** | 0.220*** |
| 年龄 | 0.081 | 0.090 | 0.105 | 0.092 | 0.095 | 0.106 | 0.010 | 0.004 | -0.007 | 0.026 |
| 学历 | 0.022 | 0.033 | -0.001 | 0.007 | 0.013 | 0.006 | 0.147 | 0.140* | 0.165** | 0.164** |
| 职业类型 | -0.165** | -0.156** | -0.146** | -0.127** | -0.124** | -0.132** | -0.029 | -0.036 | -0.043 | -0.090 |
| 从业时长 | 0.040 | 0.031 | 0.014 | 0.021 | 0.023 | 0.022 | -0.017 | -0.011 | 0.002 | 0.006 |
| 冒险倾向 | 0.097 | 0.090 | 0.071 | 0.059 | 0.050 | 0.039 | -0.112* | -0.107* | -0.093 | -0.071 |
| R ² | 0.043 | 0.065 | 0.172 | 0.259 | 0.265 | 0.277 | 0.090 | 0.100 | 0.160 | 0.244 |
| ΔR ² | 0.043* | 0.021** | 0.107*** | 0.088*** | 0.005 | 0.012* | 0.090*** | 0.010 | 0.060*** | 0.084*** |
| F | 2.607** | 3.389*** | 8.866*** | 13.271*** | 12.241*** | 11.792*** | 5.703*** | 5.458*** | 8.148*** | 12.208*** |

注：***为 $p < 0.001$ ，下同。

增加至中等水平时，零工工作者的自我损耗会下降；当零工工作者感知到的算法控制由中等水平提升至高水平时，零工工作者的自我损耗会增加。因此，H₁得到验证。

为了检验H₂，模型7给出控制变量对安全绩效的回归结果；模型8在模型7的基础上引入感知算法控制，感知算法控制与安全绩效的线性关系不显著， $\beta = -0.100$ ， $p > 0.050$ ；模型9在模型8的基础上引入感知算法控制平方项，感知算法控制平方项与安全绩效的回归系数显著为负， $\beta = -0.247$ ， $p < 0.001$ ，表明感知算法控制与安全绩效之间可能存在倒U形关系。进一步检验模型9的拐点位置，经过计算得到拐点为-0.194，在感知算法控制的取值范围内(-2.463, 1.972)。因此，感知算法控制与安全绩效之间存在倒U形关系。模型10在模型9的基础上对自我损耗进行控制，自我损耗对安全绩效具有显著负向影响， $\beta = -0.318$ ， $p < 0.001$ ；而感知算法控制平方项的回归系数虽然减小但仍然显著， $\beta = -0.142$ ， $p < 0.010$ 。表明感知算法

控制对安全绩效的倒U形影响部分是通过自我损耗间接产生的。此外，为验证自我损耗对安全绩效的影响，本研究对中介效应后半段进行单独的模型检验，回归分析结果表明，自我损耗对安全绩效具有显著的负向影响， $\beta = -3.295$ ， $p < 0.001$ ，二者之间的线性关系显著。进一步采用bootstrap法进行检验，结果表明感知算法控制通过自我损耗对安全绩效的间接效应显著， $\beta = -0.054$ ， $p < 0.001$ ，95%置信区间为[-0.094, -0.017]，不包括0。上述结果表明，当零工工作者感知到的算法控制逐渐增加时，将影响零工工作者的自我损耗，进而影响零工工作者表现出的安全绩效。因此，H₂得到验证。

为了检验H₃，表4的模型4在模型3的基础上引入特质自我控制，模型5在模型4的基础上引入感知算法控制与特质自我控制的交互项，模型6在模型5的基础上引入感知算法控制平方项与特质自我控制的交互项。模型6的结果表明，感知算法控制平方项与特质自我控制的交互项对自我损耗具有显著的负

表 5 简单斜率检验结果
Table 5 Test Results for Simple Slope

| 变量 | β | | | | |
|---------|-----------|-----------|----------|----------|----------|
| | 感知算法控制极低 | 感知算法控制低 | 感知算法控制中等 | 感知算法控制感高 | 感知算法控制极高 |
| 低特质自我控制 | -0.850*** | -0.345*** | 0.160*** | 0.665*** | 1.170*** |
| 高特质自我控制 | -0.281 | -0.112 | 0.057 | 0.227 | 0.396 |

向影响, $\beta = -0.185, p < 0.050$, 表明特质自我控制调节了感知算法控制与自我损耗之间的 U 形关系, H_3 初步得到验证。进一步的, 为了更准确地分析感知算法控制与自我损耗之间的关系在特质自我控制高与低之间的差异, 本研究将特质自我控制按照加、减一个标准差的标准划分为高特质自我控制和低特质自我控制, 使用简单斜率检验方法对特质自我控制的调节作用进行分析, 结果见表 5。在高特质自我控制时, 回归系数均不显著, 表明感知算法控制与自我损耗的正 U 形关系较弱; 在低特质自我控制时, 回归系数均显著, 表明感知算法控制与自我损耗的正 U 形关系较强。为了更好地展示特质自我控制的调节作用, 本研究参考 AIKEN et al.^[38] 的研究绘制调节效应图, 见图 2。在高特质自我控制时, 感知算法控制与自我损耗之间的 U 形曲线较为平缓, 下降到上升的幅度较小, 递增节点相对后移, U 形关系趋势较弱; 在低特质自我控制时, 感知算法控制与自我损耗之间的 U 形曲线相对较为陡峭, 下降到上升的幅度相对较大, 递增节点相对前移。综上所述, 特质自我控制对感知算法控制与自我损耗之间的正 U 形关系具有调节作用, 高特质自我控制下, 感知算法控制对自我损耗的正 U 形关系的调节作用较为平缓; 低特质自我控制下, 感知算法控制对自我损耗的正 U 形关系的调节作用更加显著。因此, H_3 得到验证。

为了检验 H_4 , 本研究使用 bootstrap 法进行分析, 有调节的中介作用检验结果见表 6。在低特质自我控制时, 5 种状态下的感知算法控制通过自我损耗对安全绩效产生的间接效应均显著。具体地, 在感知

算法控制极低时, 间接效应值为 0.270, 95% 置信区间为 [0.154, 0.427]; 在感知算法控制低时, 间接效应值为 0.110, 95% 置信区间为 [0.055, 0.182]; 在感知算法控制中等时, 间接效应值为 -0.051, 95% 置信区间为 [-0.085, -0.026]; 在感知算法控制高时, 间接效应值为 -0.211, 95% 置信区间为 [-0.322, -0.131]; 在感知算法控制极高时, 间接效应值为 -0.372, 95% 置信区间为 [-0.564, -0.227]。上述结果表明, 低水平的感知算法控制通过自我损耗对安全绩效具有正向间接影响, 而当感知算法控制上升到中高水平时, 该间接影响为负向。在高特质自我控制时, 5 种状态下的感知算法控制通过自我损耗对安全绩效产生的间接效应均不显著, 即低、中、高水平的感知算法控制并不会通过自我损耗对安全绩效造成间接影响。由此可见, 在高和低特质自我控制两种情况下, 感知算法控制通过自我损耗对安全绩效的间接曲线效应存在显著差异。具体地, 在低特质自我控制下, 低水平的感知算法控制通过自我损耗对安全绩效的正向间接效应更强, 中高水平的感知算法控制通过自我损耗对安全绩效造成负向间接效应更强。因此, 特质自我控制水平的降低会促进低适度水平的感知算法控制通过自我损耗对安全绩效的激发作用, 同时会增加中高水平的感知算法控制通过自我损耗对安全绩效的抑制作用。因此, H_4 得到验证。

为进一步印证本研究结果的稳健性, 本研究剔除所有控制变量进行稳健性检验。回归结果表明, 在剔除控制变量的情况下, 所得结果与前述结果基本保持一致, 证实了本研究结果的稳健性和有效性。

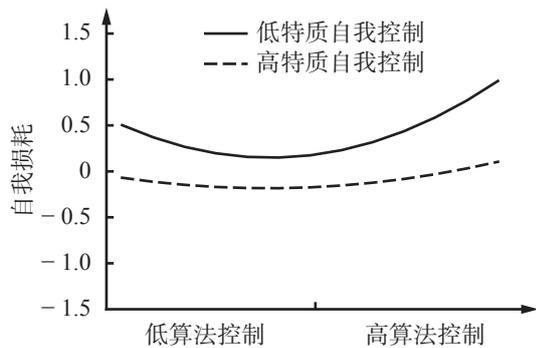


图 2 特质自我控制的调节效应
Figure 2 Moderating Effects of Trait Self-control

5 结论

5.1 研究结果

本研究通过对收集的问卷调查数据与平台客观数据进行匹配, 实证检验感知算法控制对零工工作者安全绩效的非线性影响。研究表明, ①感知算法控制与安全绩效的倒 U 形关系显著。当零工工作者感知算法控制从低水平增加至中等水平时, 更倾向于视算法控制为信息支持的技术伙伴, 自我控制活动减少, 将拥有更充足的自我控制资源存量, 以促进个体正确执行安全行为, 提高安全绩效; 当零工工作者感知算法控制从中等水平提升至高水平时, 更倾向于视算法控制为控制性而非信息性, 自我控

表6 被调节的中介作用检验结果
Table 6 Test Results of Moderated Mediation Effect

| | 安全绩效 | | | |
|----------|---------|------------------|---------|-----------------|
| | 低特质自我控制 | | 高特质自我控制 | |
| | 间接效应 | 95%置信区间 | 间接效应 | 95%置信区间 |
| 感知算法控制极低 | 0.270 | [0.154, 0.427] | 0.089 | [-0.057, 0.261] |
| 感知算法控制低 | 0.110 | [0.055, 0.182] | 0.035 | [-0.046, 0.130] |
| 感知算法控制中等 | -0.051 | [-0.085, -0.026] | -0.018 | [-0.056, 0.017] |
| 感知算法控制高 | -0.211 | [-0.322, -0.131] | -0.072 | [-0.157, 0.002] |
| 感知算法控制极高 | -0.372 | [-0.564, -0.227] | -0.126 | [-0.283, 0.015] |

制活动增加,自我控制资源的消耗加剧,导致缺乏充足的自我控制资源以激发安全行为,致使安全绩效降低。②自我损耗对感知算法控制水平与安全绩效的关系具有显著的中介作用。当感知算法控制从低水平增加至中等水平时,零工工作者自我控制活动减少,降低了自我损耗,安全绩效得以提高;当感知算法控制从中等水平提升至高水平时,零工工作者自我控制活动增加,加剧了自我损耗,降低了安全绩效。③特质自我控制对感知算法控制通过自我损耗对安全绩效的倒U形影响具有显著的调节作用。当零工工作者特质自我控制水平较高时,他们拥有更为充足的自我控制资源总量抵挡算法控制的消耗,降低自我损耗的程度,使感知算法控制通过自我损耗对安全绩效的倒U形影响更平缓。

5.2 理论贡献

(1)本研究解释了算法控制对自我控制的冲击机制,重塑了自我控制力量模型。已有控制领域的相关研究表明,技术控制、管理控制和社会控制等外部控制力量因无法渗透到实际工作的每时每处,对自我控制的冲击力度有限^[8],因而较少有研究考虑各种外部控制力量与自我控制力量的冲突。然而,随着数字技术的日渐成熟,算法控制能够对零工工作者进行实时控制^[14],已成为一股不容忽视的、强大的外部控制力量,亟须补充揭示算法控制与自我控制这两种控制力量如何相互碰撞进而对个体行为产生影响的研究。本研究将算法控制引入自我控制力量模型,通过零工工作者对数字技术的感知,解释算法控制对自我控制的冲击机制,进一步拓展了自我控制力量模型。

(2)本研究提出并证实了感知算法控制对安全绩效的非线性影响,发现中等感知算法控制水平对安全绩效的影响效果最佳,有效深化了算法控制的研究内涵。已有研究多数探讨算法控制对零工工作者心理和行为层面的线性影响,但研究证据存在正反两方面的影响效应^[17],缺乏对研究框架进行统一整

合。此外,已有关于算法控制影响效应的研究多数基于平台视角,但其实算法控制产生的效应更多是一种心理资源,这种心理资源产生影响的条件更多建立在零工工作者的主观感受上。本研究基于零工工作者视角,从个体对算法控制的不同感知水平切入,提出可能存在非线性的影响关系,为算法控制影响效应的争议提供了整合的研究视角。

(3)本研究揭示了感知算法控制对安全绩效的影响机制,为算法控制的改进提供更具针对性和有效性的参考依据。已有对零工工作者道路安全风险的研究尚处于起步阶段,相关研究数量有限,几乎都是通过访谈挖掘算法控制对零工工作者道路安全风险的潜在影响因素^[3],鲜有涉及算法控制的定量研究,算法控制的作用机制更未可知。本研究采取定量研究方法,对收集的问卷数据与平台数据进行匹配分析,通过实证检验揭示感知算法控制对零工工作者心理和行为的微观作用机理;同时为在线劳动平台改进算法控制规则提供更准确、高效的理论指导,为政府部门政策文件的制定提供更科学的针对性参考依据。

(4)本研究将特质自我控制纳入研究模型,检验个体自我控制能力差异对感知算法控制效能的边界作用,为缓解零工工作者的安全风险问题提供新思路。已有对算法控制的研究往往仅考虑算法控制的模型设计、运作机制、奖惩政策等对零工工作者心理和行为层面的影响^[9],忽视了人机交互过程中零工工作者本身的人格特质这一重要影响因素。本研究选取特质自我控制这一反映个体差异的性格结构,探讨其对感知算法控制与安全绩效关系的调节效应,证实了个体差异在算法控制领域的重要作用,拓展了算法控制理论的边界条件;同时,本研究也找到了算法控制诱发负面结果的缓解机制。

5.3 实践启示

(1)高水平感知算法控制会影响零工工作者自我控制资源的存量,进而抑制积极作用的产生^[39]。平

台企业在通过算法技术监督指导零工工作者的行为以确保他们的安全时,要警惕过高水平的感知算法控制带来的潜在负面效应^[40]。平台企业应科学合理地确定订单数量、准时率、在线率和顾客评价等指标,将工作要求和压力控制在适当范围,不应片面地按照最高效率、最低成本设置最严算法^[41]。此外,对于连续高强度工作的劳动者,也应及时发出疲劳提示并在一定时间内暂停派单,对零工工作者的工作时长进行一定程度的管控^[42]。总而言之,平台企业需要对零工工作者感知算法控制的程度进行限制和约束,相信在适中的算法管理下,零工工作者能为企业带来更多的潜在效益。

(2) 特质自我控制能够缓解感知算法控制对自我损耗的负面影响,进而促进个体的安全行为,提高安全绩效。因此,平台企业的人力资源管理者在招聘人员时可以有针对性地筛选出特质自我控制水平相对较高的应聘者,在源头上减少交通安全事故发生的可能,降低算法控制的负面效应。此外,平台企业还应应对特质自我控制水平较低的零工工作者给予更多的关注和培训。BAUMEISTER et al.^[19]认为,有规律的自我控制训练不但可以达到拓展资源库、抵制损耗的效果,而且其带来的自我控制力量的提高是非特异性的,即在某一特定领域的自我控制训练有助于提高其他领域的控制力量^[43]。因此,平台企业可以通过加强安全提醒、安全教育、安全训练和正念冥想^[44-45]等方式改善零工工作者的自我控制力量,拓展他们的自我控制资源库,提高自我控制能力,从而抵御资源损耗的负面效果。

(3) 在线劳动平台不应该将视野只局限于通过改进算法控制来提升零工工作者的安全绩效,还应积极探索创新其他管理手段以保障劳动者的安全。个体特质是算法控制诱发负面结果的重要缓解因素,平台企业可通过人员管理保障工作者的安全绩效。但除了关注个体差异,情景因素也是改善工作场所安全的重要手段^[8]。有研究表明,安全文化、安全氛围、工作控制、社会支持和群体示范性规范等情景类因素对安全绩效都存在显著性影响^[46]。因此,在线劳动平台还可以通过营造良好的安全文化和安全氛围、树立群体示范性规范等管理手段提升零工工作者的安全绩效。

5.4 研究不足和展望

(1) 本研究样本涉及的群体有限,仅以网约车司机为例进行探究,故研究结果的普适性存在一定局限,后续研究应纳入更多不同群体和地区的样本来检验模型的外部效度。同时,本研究为尽可能减少问卷调查过程中可能产生的共同方法偏差,对安全绩效这一结果变量采用了客观数据,但仍有部分变量使用问卷进行测量。考虑到采用问卷调查法收集的数据不能完全避免主观性偏差等问题。因此,建议后续研究可以综合案例研究和实验研究等方法进一步验证研究假设,进而提升研究结果的外部效度。

(2) 本研究为了减少共同方法偏差问题的影响,采用纵向时滞的研究设计。然而,零工工作者的自我损耗可能存在波动,多阶段的数据采集方式无法及时监测自我损耗可能产生的每日动态变化。虽然本研究采取剔除所有控制变量的方式证明了研究结果的稳健性,但未来可以考虑采取经验取样法收集零工工作者每天自我损耗情况,更准确地监测零工工作者自我损耗随时间和情景变化的轨迹,进一步验证本研究结果的有效性。

(3) 本研究仅基于自我控制力量模型探讨感知算法控制对安全绩效的非线性影响,未来可基于新的理论视角进一步探索算法控制对安全绩效或者其他结果变量之间的关系,以丰富零工经济领域的研究。例如,基于认知评价理论,不同的个体对于同一情景的评估存在差异^[47]。如果个体把算法控制视为一种挑战,则可能带来更多的自主性和乐趣感;但若评估为威胁性则可能阻碍个体付出额外的努力去应对^[7]。算法控制对个体安全绩效的影响在认知评价理论的视角下是否同样存在非线性影响有待后续研究进行探讨。

参考文献:

- [1] NEAL A, GRIFFIN M A. A study of the lagged relationships among safety climate, safety motivation, safety behavior, and accidents at the individual and group levels. *Journal of Applied Psychology*, 2006, 91(4): 946-953.
- [2] 廖中举. 企业安全绩效研究: 内涵、测量及影响因素. *中国安全科学学报*, 2015, 25(11): 139-144.
LIAO Zhongju. A literature review of firm's safety performance: its connotation, measurement and factors affecting it. *China Safety Science Journal*, 2015, 25(11): 139-144.
- [3] CHRISTIE N, WARD H. The health and safety risks for people who drive for work in the gig economy. *Journal of Transport & Health*, 2019, 13: 115-127.
- [4] 冯向楠, 詹婧. 人工智能时代互联网平台劳动过程研究: 以平台外卖骑手为例. *社会发展研究*, 2019, 6(3): 61-83.
FENG Xiangnan, ZHAN Jing. Research on labor process in platform economy in the age of AI: taking the take-away riders as an example. *Journal of Social Development*, 2019, 6(3): 61-83.
- [5] OVIEDO-TRESPALACIOS O, RUBIE E, HAWORTH N. Risky business: comparing the riding behaviours of food delivery and private bicycle riders. *Accident Analysis & Prevention*, 2022, 177: 106820-1-106820-12.
- [6] 冯元庆. 浅谈网约车在交通事故中的责任分担问题. *产业与科技论坛*, 2018, 17(23): 38-40.
FENG Yuanqing. A discussion on the liability allocation of ride-hailing vehicles in traffic accidents. *Industrial & Science Tribune*, 2018, 17(23): 38-40.
- [7] 裴嘉良, 刘善仕, 崔勋, 等. 零工工作者感知算法控制: 概念化、测量与服务绩效影响验证. *南开管理评论*, 2021, 24(6): 14-25.
PEI Jialiang, LIU Shanshi, CUI Xun, et al. Perceived algorithmic control of gig workers: conceptualization, measurement and verification the impact on service performance. *Nankai Business Review*,

- 2021, 24(6): 14–25.
- [8] 潘爱玲, 胥遥山, 李永娟. 自我损耗对工作场所安全的影响及缓解途径. *心理科学进展*, 2017, 25(8): 1261–1273.
PAN Ailing, XU Yaoshan, LI Yongjuan. The effect and countermeasure of ego depletion on workplace safety. *Advances in Psychological Science*, 2017, 25(8): 1261–1273.
- [9] 刘善仕, 裴嘉良, 钟楚燕. 平台工作自主吗? 在线劳动平台算法管理对工作自主性的影响. *外国经济与管理*, 2021, 43(2): 51–67.
LIU Shanshi, PEI Jialiang, ZHONG Chuyan. Is the platform work autonomous? The effect of online labor platform algorithm management on job autonomy. *Foreign Economics & Management*, 2021, 43(2): 51–67.
- [10] 王超, 周璐好, 任倩文. 基于感知失衡的外卖配送交通安全研究. *中国安全生产科学技术*, 2021, 17(8): 162–166.
WANG Chao, ZHOU Luhao, REN Qianwen. Research on traffic safety of takeaway delivery based on perception imbalance. *Journal of Safety Science and Technology*, 2021, 17(8): 162–166.
- [11] CHRISTIE N, WARD H. Delivering hot food on motorcycles: a mixed method study of the impact of business model on rider behaviour and safety. *Safety Science*, 2023, 158: 105991–1–105991–9.
- [12] NGUYEN-PHUOC D Q, NGUYEN N A N, NGUYEN M H, et al. Factors influencing road safety compliance among food delivery riders: an extension of the job demands-resources (JD-R) model. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 2022, 166: 541–556.
- [13] NGUYEN-PHUOC D Q, NGUYEN L N T, SU D N, et al. Deadly meals: the influence of personal and job factors on burnout and risky riding behaviours of food delivery motorcyclists. *Safety Science*, 2023, 159: 106007–1–106007–14.
- [14] KELLOGG K C, VALENTINE M A, CHRISTIN A. Algorithms at work: the new contested terrain of control. *Academy of Management Annals*, 2020, 14(1): 366–410.
- [15] 魏巍, 刘贝妮, 凌亚如. 平台工作游戏化对网约配送员工作卷入的“双刃剑”影响: 心流体验与过度劳动的作用. *南开管理评论*, 2022, 25(5): 159–171.
WEI Wei, LIU Beini, LING Yaru. The “double-edged” effect of job gamification on job involvement of gig workers: the role of flow experience and overwork. *Nankai Business Review*, 2022, 25(5): 159–171.
- [16] ROSENBLAT A, STARK L. Algorithmic labor and information asymmetries: a case study of uber’s drivers. *International Journal of Communication*, 2016, 10: 3758–3784.
- [17] 刘善仕, 裴嘉良, 葛淳棉, 等. 在线劳动平台算法管理: 理论探索与研究展望. *管理世界*, 2022, 38(2): 225–239.
LIU Shanshi, PEI Jialiang, GE Chunmian, et al. Algorithmic management of online labor platforms: theoretical exploration and research prospect. *Journal of Management World*, 2022, 38(2): 225–239.
- [18] BAUMEISTER R F, BRATSLAVSKY E, MURAVEN M, et al. Ego depletion: is the active self a limited resource?. *Journal of Personality and Social Psychology*, 1998, 74(5): 1252–1265.
- [19] BAUMEISTER R F, VOHS K D, TICE D M. The strength model of self-control. *Current Directions in Psychological Science*, 2007, 16(6): 351–355.
- [20] 徐鹏, 徐向艺. 人工智能时代企业管理变革的逻辑与分析框架. *管理世界*, 2020, 36(1): 122–129.
XU Peng, XU Xiangyi. Change logic and analysis framework of enterprise management in the era of artificial intelligence. *Journal of Management World*, 2020, 36(1): 122–129.
- [21] 于斌, 乐国安, 刘惠军. 自我控制的力量模型. *心理科学进展*, 2013, 21(7): 1272–1282.
YU Bin, YUE Guoan, LIU Huijun. The strength model of self-control. *Advances in Psychological Science*, 2013, 21(7): 1272–1282.
- [22] 周恋, 雷雪, 后锐, 等. 在线用工平台算法管理的消极影响和控制策略研究: 算法技术属性视角. *中国人力资源开发*, 2022, 39(6): 8–22.
ZHOU Lian, LEI Xue, HOU Rui, et al. The negative effect of algorithmic management in online labor platform and its control strategies: the perspective of technological affordances of algorithms. *Human Resources Development of China*, 2022, 39(6): 8–22.
- [23] 陈龙. 游戏、权力分配与技术: 平台企业管理策略研究: 以某外卖平台的骑手管理为例. *中国人力资源开发*, 2020, 37(4): 113–124.
CHEN Long. Games, redistribution of control power and technology: research on management strategy of platform company: taking the management of one take-away platform in Beijing as an example. *Human Resources Development of China*, 2020, 37(4): 113–124.
- [24] MOORE J E. One road to turnover: an examination of work exhaustion in technology professionals. *MIS Quarterly*, 2000, 24(1): 141–168.
- [25] KAO K Y, SPITZMUELLER C, CIGULAROV K, et al. Linking insomnia to workplace injuries: a moderated mediation model of supervisor safety priority and safety behavior. *Journal of Occupational Health Psychology*, 2016, 21(1): 91–104.
- [26] REASON J, PARKER D, LAWTON R. Organizational controls and safety: the varieties of rule-related behaviour. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, 1998, 71(4): 289–304.
- [27] CLINTON M E, HEWETT R, CONWAY N, et al. Lost control driving home: a dual-pathway model of self-control work demands and commuter driving. *Journal of Management*, 2022, 48(4): 821–850.
- [28] 张璇, 龙立荣, 夏冉. 心理契约破裂与破坏性建言行为: 自我损耗的视角. *管理科学*, 2017, 30(3): 3–13.
ZHANG Xuan, LONG Lirong, XIA Ran. Psychological contract breach and destructive voice behavior: an ego depletion perspective. *Journal of Management Science*, 2017, 30(3): 3–13.
- [29] 杨晓娟, 刘建平, 来松海, 等. 特质自我控制及其策略对主观幸福感的影响. *心理学探新*, 2021, 41(2): 155–160.
YANG Xiaojuan, LIU Jianping, LAI Songhai, et al. Trait self-control on subjective well-being: the multiple mediating effects of self-control strategies. *Psychological Exploration*, 2021, 41(2): 155–160.
- [30] TANGNEY J P, BAUMEISTER R F, BOONE A L. High self-control predicts good adjustment, less pathology, better grades, and interpersonal success. *Journal of Personality*, 2004, 72(2): 271–324.
- [31] HAGGER M S, WOOD C, STIFF C, et al. Ego depletion and the strength model of self-control: a meta-analysis. *Psychological Bulletin*, 2010, 136(4): 495–525.
- [32] YUAN X, XU Y S, LI Y J. Resource depletion perspective on the

- link between abusive supervision and safety behaviors. *Journal of Business Ethics*, 2020, 162(1): 213–228.
- [33] LIN S H J, JOHNSON R E. A suggestion to improve a day keeps your depletion away: examining promotive and prohibitive voice behaviors within a regulatory focus and ego depletion framework. *Journal of Applied Psychology*, 2015, 100(5): 1381–1397.
- [34] WILLIAMS F E. *Creativity Assessment Packet (CAP)*. Buffalo, NY: D.O.K. Publishers, 1980: 1.
- [35] 汤丹丹, 温忠麟. 共同方法偏差检验: 问题与建议. *心理科学*, 2020, 43(1): 215–223.
TANG Dandan, WEN Zhonglin. Statistical approaches for testing common method bias: problems and suggestions. *Journal of Psychological Science*, 2020, 43(1): 215–223.
- [36] 陈颖媛, 邹智敏, 潘俊豪. 资质过剩感影响组织公民行为的情绪路径. *心理学报*, 2017, 49(1): 72–82.
CHEN Yingyuan, ZOU Zhimin, PAN Junhao. Effects of overqualification on employees' organizational citizenship behavior: from the perspective of emotion. *Acta Psychologica Sinica*, 2017, 49(1): 72–82.
- [37] TANG P M, KOOPMAN J, MCCLEAN S T, et al. When conscientious employees meet intelligent machines: an integrative approach inspired by complementarity theory and role theory. *Academy of Management Journal*, 2022, 65(3): 1019–1054.
- [38] AIKEN L S, WEST S G. *Multiple regression: testing and interpreting interactions*. Newsbury Park: Sage, 1991: 212.
- [39] DAI H C, MILKMAN K L, HOFMANN D A, et al. The impact of time at work and time off from work on rule compliance: the case of hand hygiene in health care. *Journal of Applied Psychology*, 2015, 100(3): 846–862.
- [40] CRAM W A, WIENER M, TARAFDAR M, et al. Examining the impact of algorithmic control on uber drivers' technostress. *Journal of Management Information Systems*, 2022, 39(2): 426–453.
- [41] 郭彤梅, 苗梓欣, 戈童言, 等. 安抚算法: 零工工作者算法反馈策略. *中国人力资源开发*, 2023, 40(11): 86–101.
GUO Tongmei, MIAO Zixin, GE Tongyan, et al. Pacifying the algorithm: gig worker algorithm feedback activity. *Human Resources Development of China*, 2023, 40(11): 86–101.
- [42] LU J L. Effect of work intensification and work extensification on women's health in the globalised labour market. *Journal of International Women's Studies*, 2009, 10(4): 111–126.
- [43] WEN J N, LI J, YANG Z P, et al. The effects of karate training and moderate aerobic exercise on college students' self-control. *Archives of Budo*, 2020, 16: 333–343.
- [44] FRIESE M, MESSNER C, SCHAFFNER Y. Mindfulness meditation counteracts self-control depletion. *Consciousness and Cognition*, 2012, 21(2): 1016–1022.
- [45] TANG Y Y, TANG R X, POSNER M I, et al. Effortless training of attention and self-control: mechanisms and applications. *Trends in Cognitive Sciences*, 2022, 26(7): 567–577.
- [46] 李永娟, 蒋丽, 胥遥山, 等. 工作压力与社会支持对安全绩效的影响. *心理科学进展*, 2011, 19(3): 318–327.
LI Yongjuan, JIANG Li, XU Yaoshan, et al. The effect of work stress and social support on safety performance. *Advances in Psychological Science*, 2011, 19(3): 318–327.
- [47] 张秋萍, 吕鸿江, 曹曼. 后疫情时代下女性非正式导师的工作主动性研究. *管理科学*, 2022, 35(3): 30–44.
ZHANG Qiuping, LYU Hongjiang, CAO Man. Research on work proactivity of female informal mentor in the post-pandemic era. *Journal of Management Science*, 2022, 35(3): 30–44.

Nonlinear Influence of Perceived Algorithmic Control on Gig Workers' Safety Performance

FAN Zhiling¹, LIU Shanshi¹, PEI Jialiang¹, NIAN Pengxiang¹, ZHANG Jianping²

1 School of Business Administration, South China University of Technology, Guangzhou 510641, China

2 School of Business Administration, Guangdong University of Finance, Guangzhou 510521, China

Abstract: Safety presents the baseline for the sustainable development of workers, organizations, and society. However, the frequent occurrence of unsafe events among gig workers under algorithmic control has highlighted safety issues, causing high attention from the government, society, and academia to the issue of “algorithmic control moderation”. The existing research proposes that the impact of algorithmic control on gig workers is controversial, and ignores the dynamic process of algorithmic control intensity, resulting in the inability to the relationship between algorithmic control and safety performance, which to some extent limits the pertinence and effectiveness of the government and platform's formulation of relevant policies and countermeasures.

In this study, from the perspective of workers' perception, we explored the nonlinear influence between perceived algorithmic control and gig worker's safety performance based on the strength model of self-control. Furthermore, this study explored the mediating effect of ego depletion and the moderation effect of trait self-control. A model was constructed that con-

siders a moderated curve indirect effect. We selected drivers from a ride-hailing platform in South China as the research object, obtaining 351 first-hand data from the questionnaire and second-hand data from the platform. The data analysis was conducted through SPSS 21.0 and Mplus 8.0 matching questionnaire data with the platform data.

The results of the analysis indicate that there is an inverted U-shaped relationship between perceived algorithmic control and safety performance. And ego depletion plays the mediating role in the above relationship. It means that when a gig worker's perception of algorithmic control initially appears and gradually increases to the medium level, ego depletion decreases and safety performance gradually increases. However, when gig workers' perception of algorithmic control reaches a high level, ego depletion increases, and safety performance significantly decreases. Besides, trait self-control plays a moderating role in the nonlinear relationship between perceived algorithmic control and safety performance, which means that gig workers with high-level trait self-control have a smoother inverted U-shaped relationship between perceived algorithmic control and safety performance through ego depletion.

The study findings reveal how intelligent algorithms, as an emerging digital technology in the gig economy context, can control the labor service process of workers with minimal human intervention. Moreover, as the perception of algorithmic control increases for workers, it has a non-linear impact on their safety performance through ego depletion. On one hand, by introducing a strength model of self-control, it is discovered that algorithmic control with moderate intensity optimizes the safety performance of gig workers. On the other hand, differentiated mechanisms of algorithmic control are found to exist for individuals with different traits. The research results provide a more targeted and effective theoretical basis for optimizing and improving platform algorithms to enhance the safety performance of gig workers.

Keywords: gig workers; perceived algorithmic control; safety performance; ego depletion; trait self-control; strength model of self-control

Received Date: September 4th, 2022 **Accepted Date:** September 6th, 2023

Funded Project: Supported by the National Natural Science Foundation of China (71832003, 72272054, 72202045)

Biography: FAN Zhiling is a master degree candidate in the School of Business Administration at South China University of Technology. His research interests include gig economy and algorithmic control. E-mail: fanzhiling821@163.com

LIU Shanshi, doctor in management, is a professor in the School of Business Administration at South China University of Technology. His research interests cover gig economy, multiple employment, and human resources big data. His representative paper titled "Algorithmic management of online labor platforms: theoretical exploration and research prospect" was published in the *Journal of Management World* (Issue 2, 2022). E-mail: bmssliu@scut.edu.cn

PEI Jialiang is a Ph.D candidate in the School of Business Administration at South China University of Technology. His research interests cover gig economy, algorithmic control, and AI based decision-making. His representative paper titled "Perceived algorithmic control of gig workers: conceptualization, measurement and verification the impact on service performance" was published in the *Nankai Business Review* (Issue 6, 2021). E-mail: peijialiang0623@163.com

NIAN Pengxiang is a Ph.D candidate in the School of Business Administration at South China University of Technology. His research interests include algorithmic control and improvisation. E-mail: 912013npx@163.com

ZHANG Jianping, doctor in management, is a lecturer in the School of Business Administration at Guangdong University of Finance. His research interests cover leadership, employee intrapreneurship, perceived overqualification, and meta-analysis. E-mail: zhangjp1987@126.com

(责任编辑: 刘思宏)