

多维度建模视角下广州外卖收入波动及就业保障研究

张 飞

广西师范大学数学与统计学院, 广西 桂林

收稿日期: 2026年7月3日; 录用日期: 2026年7月25日; 发布日期: 2026年8月5日

摘 要

在平台经济深度渗透就业市场的背景下, 外卖骑手作为典型灵活就业群体, 其收入波动与社会保障问题关乎劳动者权益与新业态可持续发展。本文以广州市外卖骑手为研究对象, 匹配问卷调研、气象与商圈多源数据, 综合运用多元线性回归、随机效应面板、机器学习与PSM-DID等方法, 系统分析骑手收入波动的驱动因素、风险特征与保障政策效应。研究表明: 订单数量是收入波动的核心驱动因素, 天气与商圈密度会显著放大收入不确定性; 社会保险能够有效平抑收入波动, 且对群体内部收入分化具备收敛作用; 保障政策的缓释效应存在情境依赖性, 在极端天气等高风险场景下作用更为突出。据此提出优化平台分配机制、扩大制度保障覆盖、完善极端场景风险缓冲等建议, 为灵活就业群体权益保障提供决策参考。

关键词

外卖骑手, 收入波动, 社会保障, PSM-DID, 多维度建模

Research on Income Volatility and Employment Security of Food Delivery Riders in Guangzhou from a Multi-Dimensional Modeling Perspective

Fei Zhang

School of Mathematics and Statistics, Guangxi Normal University, Guilin Guangxi

Received: July 3, 2026; accepted: July 25, 2026; published: August 5, 2026

Abstract

Against the background of the platform economy, food delivery riders, a major flexible employment group, face severe income volatility and inadequate social security issues that are related to workers' rights and the sustainable development of new business models. This paper takes food delivery riders in Guangzhou as the research object, and uses multi-source data such as questionnaire surveys, weather and business districts to systematically analyze the driving factors, risk characteristics and protection policy effects of rider income volatility by comprehensively using multiple linear regression, random effects panel, machine learning and PSM-DID. Social insurance can effectively mitigate income volatility and has a convergent effect on income disparities within groups. The mitigating effect of social security policies is context-dependent, with its effectiveness being more pronounced in high-risk scenarios such as extreme weather. Based on this, suggestions are made to optimize platform allocation mechanisms, expand the coverage of institutional guarantees, and improve risk buffers for extreme scenarios, providing decision-making references for protecting the rights and interests of flexible employment groups.

Keywords

Food Delivery Riders, Income Volatility, Social Security, PSM-DID, Multi-Dimensional Modeling

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

1.1. 研究背景与问题提出

平台经济的快速渗透催生了大规模灵活就业群体，外卖骑手作为其中的典型代表，其收入高波动、社保覆盖不足等问题已成为新就业形态治理的核心议题。广州作为南方消费核心城市，外卖产业规模大、骑手群体多元，且天气与商圈的空间差异显著，是研究骑手收入波动与保障效应的典型样本。

现有实践中，骑手收入高度依赖订单规模，同时受天气波动、平台规则、商圈特征等多重因素交织影响，收入稳定性弱；而劳动关系界定模糊导致多数骑手难以纳入传统社保体系，职业风险与收入脆弱性叠加。基于此，思考以下问题：

第一，天气、区位、平台保障等因素如何共同影响骑手收入波动；第二，社会保障是否能有效平抑收入风险，其效应是否存在群体异质性；第三，收入不平等与保障缺口是否存在空间分化特征。对上述问题的回答，既能丰富灵活就业收入风险的研究视角，也能为地方保障政策优化提供实证依据。

1.2. 文献综述

现有研究主要围绕两条主线展开：一是外卖骑手收入波动的驱动机制。多数研究证实订单规模、天气与节假日是收入波动的核心外部因素[1]，同时平台算法规则、用工模式也会通过激励机制改变骑手劳动供给，进而影响收入分布[2]。二是新就业形态的社会保障效应。学者普遍认为当前社保制度与灵活就业适配性不足，职业伤害保障缺失是骑手群体的核心风险[3]；部分研究发现参保能提升就业稳定性[4]，但针对社保对收入波动的缓释效果，多为定性分析，缺乏精准的因果识别[5]。

整体来看, 现有研究多采用单一回归模型分析线性影响, 对收入波动的非线性特征、动态演化及空间差异刻画不足[6]; 同时对社保政策的效应评估较少处理内生性问题, 结论的稳健性有待提升[7]。本文融合多源面板数据, 采用多维计量与机器学习方法, 结合 PSM-DID 识别社保政策的净效应, 弥补现有研究的不足。

1.3. 研究思路与框架

本文首先整合骑手问卷、气象、商圈三类数据构建“骑手-日”平衡面板, 通过描述性统计呈现收入波动与保障覆盖的基本特征; 其次采用含交互项的岭回归、随机效应面板模型识别收入波动的线性驱动因素, 结合随机森林、XGBoost 挖掘非线性影响机制; 再次通过 GARCH 模型与聚类分析刻画动态风险与群体异质性; 最后利用 PSM-DID 评估社会保障政策的收入稳定效应, 并提出差异化治理对策。

2. 研究设计与数据说明

2.1. 数据来源与预处理

本文研究样本为广州市外卖骑手, 数据由三部分整合而成: 一是通过问卷调查采集的骑手个体与就业特征数据, 经筛选后得到 100 份有效样本; 二是广州市 2024 年逐日气象数据, 包含天气类型、气温、降雨情况等指标; 三是广州市各区县商圈地理与活跃度数据, 涵盖商圈分布、商业密度等维度。

为缓解高维交互项带来的多重共线性问题, 本文引入 LASSO 正则回归完成变量筛选[8], 最优惩罚系数通过十折交叉验证确定[9]。

基于上述三类数据, 本文匹配生成“骑手-日”级平衡面板数据, 共包含 36,036 条观测值, 时间跨度为完整年度, 覆盖广州 11 个行政区与主流外卖平台。预处理阶段主要完成三项操作: 第一, 对天气、节假日、保障状态等分类变量进行 0~1 虚拟变量编码; 第二, 对商圈密度按四分位数划分为高、中、低三个等级, 同时提取经纬度信息匹配骑手配送区域; 第三, 对平台属性采用目标编码处理, 对连续变量进行标准化以消除量纲差异, 并对缺失值采用中位数填补, 保证数据一致性与模型稳定性。(对平台属性采用虚拟变量编码, 对连续变量进行标准化以消除量纲差异; 对缺失值采用中位数填补, 全样本数据整体缺失率为 1.2%, 且缺失主要集中在少数远郊区县的要气象变量, 核心变量收入、订单量无缺失。选择中位数插补的合理性在于: 一是缺失占比极低, 插补仅针对次要控制变量, 不会对核心结论产生实质性影响; 二是中位数对极端值的敏感度低于均值, 更适配存在波动的气象、商圈数据。为进一步验证插补方式的稳健性, 本文额外采用多重插补法重复基准回归, 结果显示核心变量的系数方向与显著性均未发生本质改变, 说明缺失值处理方式不会导致结论偏误。)

2.2. 变量定义

统一使用公式编辑器 MathType。编辑公式的过程中要注意使用 MathType 中的小括号、中括号及大括号, 同时需注意其他数学符号。

主要的数值型变量包括: 每日订单数量(order_quantity)、每日收入(revenue, 为核心解释变量)、当日最高气温(max_temp)、以及一系列虚拟变量, 如是否为降雨日、节假日、工作日或周末(rain_day、holiday、weekday、rest_day, 取值为 0 或 1)。此外, 还包括反映骑手是否拥有社会保险、意外保险、劳动合同的保障变量(has_social_insurance、has_accident_insurance、has_labor_contrac), 以及衡量商圈商业活跃度的连续变量(business_density)。分类型变量方面, 涵盖天气状况(weather, 如晴、小雨等)、所在行政区域(district)、所属平台(platform, 如美团、饿了么)、以及商圈密度等级(density_level, 分为高、中、低三类)。这些变量为后续的描述性统计分析与回归建模提供了充分的数据基础与多维度视角(表 1)。

2.3. 描述性统计与初步差异检验

2.3.1. 全样本描述性统计

核心变量的描述性统计结果如表 2 所示。样本骑手日均收入 270.65 元，标准差达 121.56，个体间收入差异显著，波动特征突出；日均订单量均值 26.28 单，与收入呈现明显正向对应关系。

Table 1. Variable definitions and descriptions

表 1. 变量定义与说明

符号	变量名	说明
Y	revenue	因变量：收入(元)
X ₁	order_quantity	每日订单量
X ₂	rain_day	是否为雨天(0 = 否, 1 = 是)
X ₃	holiday	是否为节假日(0 = 否, 1 = 是)
X ₄	weekend	是否为工作日(0 = 否, 1 = 是)
X ₅	has_social_insurance	是否有社会保险(0 = 否, 1 = 是)
X ₆	has_accident_insurance	是否有意外保险(0 = 否, 1 = 是)
X ₇	has_labor_contract	是否签署劳动合同(0 = 否, 1 = 是)
X ₈	business_density	商圈密度
X ₉	max_temp	当日最高温度(℃)
X ₁₀	platform	外卖平台目标编码(数值型)

保障维度呈现明显分层特征：意外保险覆盖率达 74%，但社会保险参保率仅 32%、劳动合同签订率仅 25%，制度性保障缺口显著。商圈密度标准差较大，反映广州不同区域商业活跃度的空间差异明显，为后续异质性分析提供基础。

Table 2. Description and analysis of relevant indicators

表 2. 相关指标描述分析

指标	均值	标准差	Min	Q25	Median	Q75	Max
订单数量	26.28	9.17	0	19	27.00	34	40
收入	270.65	121.56	0	150	273.76	341.205	580
最高温度	27.02	4.42	20	23	27.00	31	34
最低温度	14.63	2.95	10	12	15.00	17	19
是否下雨	0.59	0.49	0	0	1.00	1.000	1
节假日	0.07	0.26	0	0	0.00	0.000	1
工作日	0.29	0.45	0	0	0.00	1.000	1
平均预期收入	278.89	125.43	75	150	300.00	300.000	500
是否有社会保险	0.32	0.47	0	0	0.00	1.000	1
是否有意外保险	0.74	0.44	0	0	1.00	1.000	1
是否有劳动合同	0.25	0.43	0	0	0.00	1.000	1
商业密度	58.36	55.81	2	11	51.00	87.000	192

2.3.2. 分组差异初步检验

不同保障类型的收入分布如图 1 所示。可以直观看出，同时拥有社保与劳动合同的骑手，收入分布更集中，离散程度更低；无保障群体收入分布更分散，低收入区间占比更高，初步印证制度性保障可能对收入波动存在平抑作用。

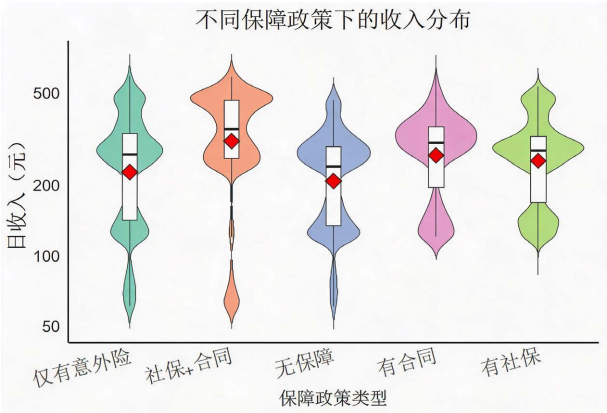


Figure 1. Income distribution under different security policies
图 1. 不同保障政策下的收入分布

3. 收入波动的驱动因素分析收入波动的风险与公平性分析

为系统识别外卖骑手收入波动的核心影响因素，本文依次采用基准线性回归、交互效应模型、随机效应面板模型验证线性影响机制，进一步结合机器学习方法捕捉非线性驱动特征，多维度验证结论稳健性。

3.1. 基准回归与交互效应分析

本文以骑手日收入为被解释变量，以订单量、社会保障类变量为核心解释变量，纳入天气、节假日、商圈特征等为控制变量，构建基准多元线性回归模型。经 VIF 检验，所有变量方差膨胀因子均小于 5，不存在严重多重共线性，回归结果如表 3 所示。

Table 3. Multiple linear regression results
表 3. 多元线性回归结果

变量	系数	标准误	t 值	p 值
收入	—	—	—	—
—	9.50655	3.14290	3.025	0.00249
订单量	9.37890	0.04826	194.325	<2e-16
雨天	16.28140	0.88427	18.412	<2e-16
节假日	-0.35971	1.65451	-0.217	0.82789
工作日	0.15291	0.95981	0.159	0.87342
社会保险	6.47339	0.95758	6.760	1.40e-11
意外保险	-4.36011	1.00322	-4.346	1.39e-05
签署劳动合同	20.12344	1.08656	18.520	<2e-16
商圈密度	-3.62659	0.44098	-8.224	<2e-16
当日最高温度	0.03575	0.09815	0.364	0.71572
外卖平台	12.13779	0.46130	26.312	<2e-16

从核心变量来看，订单量是骑手收入的核心支撑，每增加 1 单日收入显著提升 9.38 元，符合外卖行业计件薪酬的基本特征；签署劳动合同、缴纳社会保险均对收入有显著正向提升作用，制度性保障能够通过稳定劳动供给、降低职业损耗提升收入水平。外部环境维度，雨天显著推高骑手日收入，极端天气下的订单溢价与平台补贴是主要原因；节假日、工作日对收入的影响不显著，说明广州外卖需求的时间波动较弱。其余控制变量符号与预期基本一致，不再逐一解读。

3.2. 交互效应分析

为进一步挖掘变量间的联动作用，验证社会保障对天气冲击、订单波动的调节效应，本文引入多组交互项构建拓展回归模型。加入交互项后部分变量 VIF 有所升高，经广义方差膨胀因子(GVIF)与 LASSO 回归检验，整体共线性处于可接受范围，模型结果稳健，回归结果如表 4 所示。

Table 4. Multiple linear regression benchmark model regression results
表 4. 多元线性回归基准模型回归结果

变量	系数	标准误差	t 值	p 值	显著性
截距	44.66	2.34	19.10	<2e-16	***
订单量	7.74	0.08	93.26	<2e-16	***
雨天	-7.39	2.60	-2.84	0.0045	**
节假日	-8.97	4.42	-2.03	0.0425	*
外卖平台	20.44	0.83	24.57	<2e-16	***
社会保险	19.69	3.01	6.54	<2e-16	***
意外保险	19.51	1.12	17.37	<2e-16	***
订单量 × 雨天	0.78	0.09	8.47	<2e-16	***
订单量 × 节假日	0.32	0.16	1.99	0.0465	*
订单量 × 社会保险	-1.25	0.11	-11.94	<2e-16	***
订单量 × 签署劳动合同	2.96	0.07	42.58	<2e-16	***
雨天 × 商圈密度	4.75	1.18	4.03	<0.001	***
雨天 × 外卖平台	-2.76	0.87	-3.18	0.0015	**
雨天 × 签署劳动合同	4.76	1.91	2.49	0.0127	*
外卖平台 × 商圈密度	-10.85	0.49	-22.22	<2e-16	***
社会保险 × 商圈密度	-25.53	0.84	-30.47	<2e-16	***
意外保险 × 商圈密度	2.36	1.11	2.13	0.0333	*
外卖平台 × 社会保险	-29.17	1.25	-23.25	<2e-16	***
外卖平台 × 意外保险	6.10	0.91	6.67	<2e-16	***
外卖平台 × 签署劳动合同	-29.53	1.27	-23.21	<2e-16	***
社会保险 × 签署劳动合同	57.18	2.27	25.22	<2e-16	***

结果显示，与研究主题相关的核心交互项均呈现显著的调节效应：一、订单量 × 社会保险系数显著为负，说明社保能够弱化订单量波动对收入的冲击，参保骑手的收入对订单规模的敏感度更低，收入稳定性更强；二、雨天 × 签署劳动合同系数显著为正，说明劳动合同能够放大雨天的收入溢价，稳定的用

工关系有助于骑手在极端天气下获得更高的补贴收益；三、社会保险 × 签署劳动合同系数显著为正，说明社保与劳动合同存在协同效应，双重保障下骑手的收入提升效果更明显。与平台、商圈相关的次要交互项仅作为控制变量纳入模型，不再逐一展开解读。

3.3. 面板模型稳健性检验

为控制骑手个体不可观测的异质性对回归结果的干扰，本文进一步构建随机效应面板数据模型进行稳健性检验。选择随机效应模型更适配样本特征，回归结果如表 5 所示。

Table 5. Results of panel regression random effects model
表 5. 面板回归随机效应模型结果

变量	系数估计	标准误	z 值	显著性
常数项	77.212	18.706	4.128	***
订单数量	6.747	0.032	212.16	***
雨天	-2.358	0.528	-4.464	***
节假日	-11.280	0.883	-12.78	***
平台	21.939	13.642	1.608	
社保	-22.379	23.110	-0.968	
意外险	13.795	22.630	0.610	
订单 × 雨天	0.589	0.019	31.56	***
订单 × 节假日	0.394	0.032	12.33	***
订单 × 社保	0.208	0.047	4.394	***
订单 × 劳动合同	0.924	0.050	18.31	***
晴天 × 商圈密度	1.335	22.254	0.060	
雨天 × 商圈密度	0.593	22.254	0.027	
雨天 × 平台	-1.740	0.174	-10.02	***
雨天 × 劳动合同	1.322	0.403	3.283	**
平台 × 商圈密度	-12.955	10.060	-1.288	
社保 × 商圈密度	-23.561	17.444	-1.351	
意外险 × 商圈密度	5.115	22.841	0.224	
平台 × 社保	-34.997	24.988	-1.401	
平台 × 意外险	7.162	18.961	0.378	
平台 × 劳动合同	-19.158	25.849	-0.741	
社保 × 劳动合同	92.344	42.638	2.166	*
意外险 × 劳动合同	-58.098	33.632	-1.727	.

对比基准回归结果，核心变量的系数方向与显著性基本一致：订单量的收入提升效应、社保与劳动合同的稳定作用、雨天的冲击效应均保持显著，核心交互项的调节效应也与前文结论吻合。说明在控制个体异质性后，本文的核心结论依然稳健，收入波动的驱动机制具有可靠性。

3.4. 非线性驱动因素识别

传统线性模型仅能捕捉变量的边际线性影响，难以刻画收入波动的非线性作用机制。为进一步识别各因素对收入波动的相对贡献度，本文采用随机森林[10]与 XGBoost [11]两种机器学习模型进行测算，从非线性视角验证核心驱动因素。从拟合效果来看，XGBoost 模型的均方根误差(RMSE)略低于随机森林，两种模型均具备较好的预测精度，能够有效刻画收入波动的非线性特征。综合两种模型的变量重要性结果，收入波动的主导因素排序呈现高度一致性，核心变量的贡献度如图 2~4 所示。

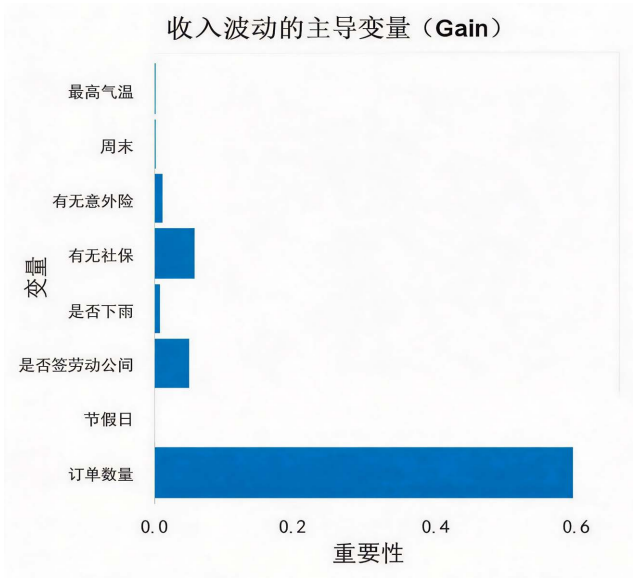


Figure 2. The dominant trend of income volatility is becoming more favorable (Gain)
图 2. 收入波动的主导变量图(Gain)

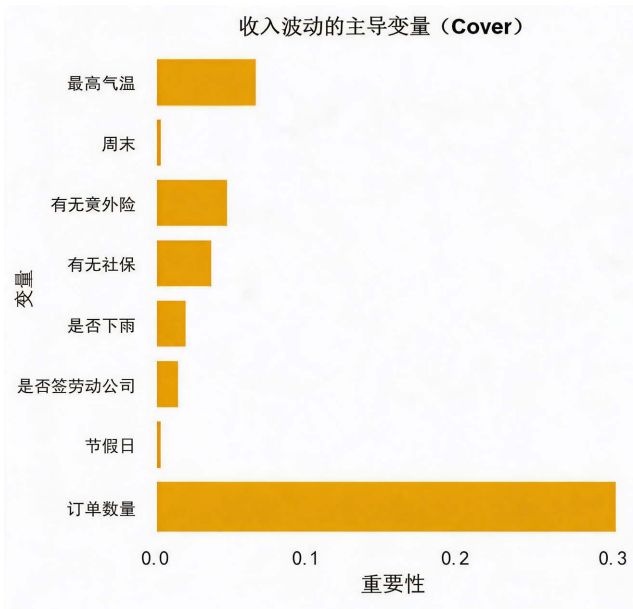


Figure 3. The dominant trend of income volatility is becoming more favorable (Cover)
图 3. 收入波动的主导变量图(Cover)

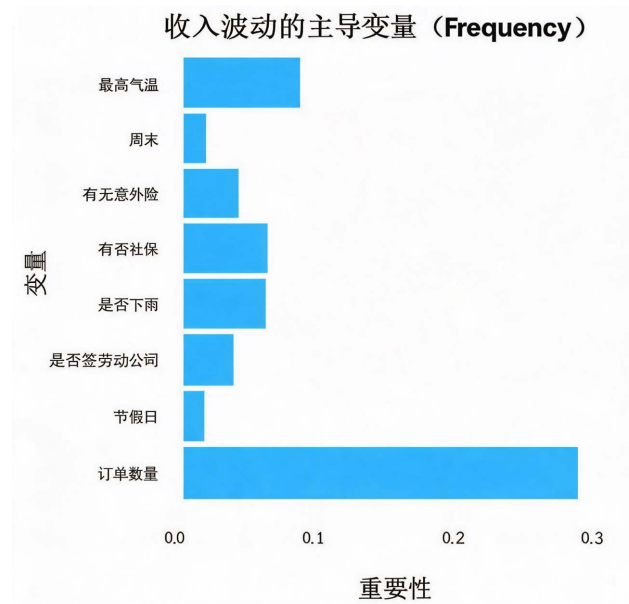


Figure 4. The dominant trend of income volatility is becoming more favorable (Frequency)

图 4. 收入波动的主导变量图(Frequency)

结果显示，订单数量是收入波动的绝对主导因素，在三类重要性指标下贡献度均远超其他变量，与线性回归结论形成呼应，进一步验证了订单规模是决定骑手收入水平的核心来源。配送区域、所属平台的重要性次之，反映出空间区位与平台规则对收入的结构影响。社会保险、劳动合同的重要性紧随其后，是影响收入波动的核心制度因素，印证了保障状态对收入稳定性的关键作用。天气、节假日等外部因素的重要性相对较低，其对收入的影响更多通过与订单量的联动效应实现。

整体来看，机器学习的非线性分析结果与线性回归结论形成互补印证，共同表明订单规模是收入波动的核心驱动力，社会保障与空间区位是重要的结构影响因素。

4. 收入波动的风险与公平性分析

本章从风险特征与公平性分解两个维度展开拓展分析：一方面刻画收入波动的动态与尾部风险，验证社会保障的风险缓释效应；另一方面分解收入不平等的结构来源，考察保障制度对收入分化的调节作用。

4.1. 收入波动的风险特征

4.1.1. 静态波动率与社保的平抑效应

本文采用收入变异系数衡量骑手的静态收入波动程度。全样本来看，骑手收入变异系数整体集中在0.08~0.13区间，呈现右偏分布，少数骑手面临较高的收入波动风险。

按社保状态分组的对比结果如图5所示：缴纳社会保险的骑手，收入变异系数的中位数与离散程度均显著低于未参保群体，直观体现出社会保险对收入波动的平抑作用——参保骑手的收入稳定性更强，未参保骑手的收入波动跨度更大，极端高风险样本更多。

4.1.2. 动态波动与尾部风险

进一步通过GARCH模型刻画收入波动的动态特征，结果显示，骑手收入波动存在显著的集群效应，极端天气等外部冲击的影响具有一定持续性；无保障群体的波动持续性更强，风险更容易累积。模型拟

合效果良好，能够有效捕捉收入波动的动态变化规律。

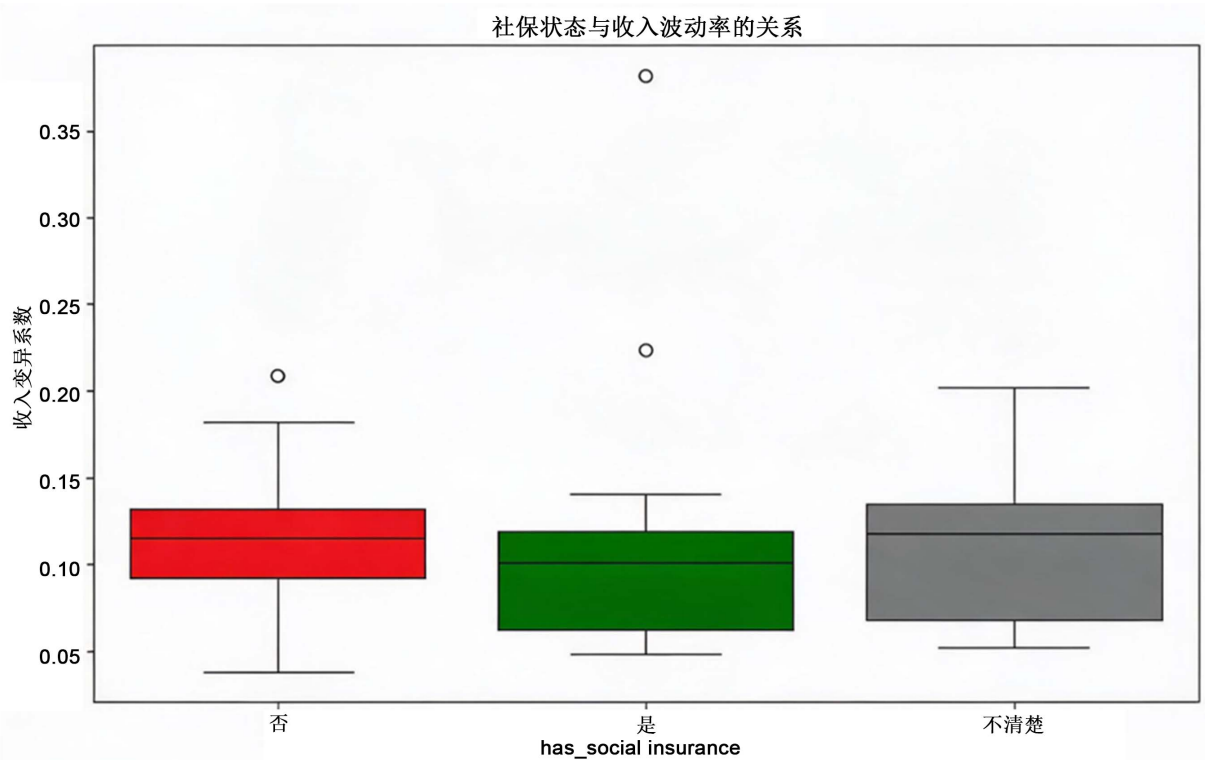


Figure 5. Relationship diagram between social security status and income volatility
图 5. 社保状态与收入波动率关系图

尾部风险层面，极端天气与节假日等特殊时期，骑手收入的尾部风险显著上升，极端场景下收入下行风险明显放大。对比来看，参保骑手的尾部风险水平更低，说明社会保障不仅能平抑日常收入波动，也能缓解极端场景下的尾部损失。

通过 K-means 聚类可将骑手划分为低波动、中波动、高波动三类群体。高波动群体多为未参保、核心区全职骑手，收入高度依赖订单规模与天气溢价，风险暴露程度更高；低波动群体则以参保、签订劳动合同的骑手为主，收入稳定性更强。经相关性检验，各风险特征间共线性处于合理区间，聚类结果稳健。

4.2. 收入不平等的结构性分解

本文采用基尼系数衡量骑手群体整体收入不平等程度，是劳动收入分配领域的通用测度工具[12]。同时引入具备可分解特性的泰尔指数，将总体收入差距拆分为组内差异与组间差异两部分[13]。

为明确收入不平等的来源，本文从平台、区域、天气三个维度对泰尔指数进行组内与组间分解，结果如表 6 所示。

结果显示，整体泰尔指数为 0.255，表明平台工人收入存在中等程度的不平等。无论从平台、区域还是天气维度来看，收入不平等的主要来源均集中于组内差异：一、平台维度下，组内不平等占比高达 98.2%，平台之间的平均收入差异对总体不平等的贡献极为有限；二、区域维度的组间差异略有增加，但贡献比例仍仅为 3.2%；三、天气因素对收入分配的影响可以忽略不计，组间贡献不足 0.01%。

Table 6. Structural decomposition results of Theil index in different dimensions
表 6. 不同维度的 Theil 指数结构性分解结果

分解维度	总 Theil 指数	组内 Theil	组间 Theil
平台	0.2546	0.2500	0.0030
区域	0.2546	0.2361	0.0082
天气	0.2546	0.2539	0.00001

这一结果表明，骑手群体的收入差距主要源于各平台或各区域内部的结构性分化，而非平台间、区域间或天气条件的差异所致。政策干预若旨在缓解平台工人的收入不平等，更应聚焦于平台或地区内部的分层机制与制度性差异，通过完善社会保障、优化劳动分配规则缩小群体内部分化。结合前文结论，社保与劳动合同能够显著降低组内收入差距，是缩小收入分化的有效抓手。

5. 社会保障政策的效应评估

前面基准回归已验证社会保障与收入波动的相关性，但二者可能存在自选择偏差，无法识别因果效应。为准确评估社会保障对骑手收入波动的净效应，本文采用倾向得分匹配 - 双重差分法(PSM-DID)进行因果识别[14]，以参保骑手为处理组、未参保骑手为对照组，基于个体特征、工作区域、平台属性等协变量匹配样本，控制内生性干扰。

5.1. 匹配效果与基准回归

经最近邻匹配后，实验组与对照组在关键协变量上实现平衡：节假日特征差异从-0.0955 降至 0，天气特征差异缩减 85%以上，所有变量匹配后标准化差异均小于 0.05，满足平衡性要求，匹配效果良好，具体结果如表 7 所示。

Table 7. Tendency score matching result
表 7. 倾向得分匹配结果

变量类型	典型变量	匹配前差异	匹配后差异	改善幅度
核心业务指标	收入	0.0014	0.0132	-
时间特征	节假日	-0.0955	0.0000	100%
环境特征	有雨日	0.0240	0.0037	85%
平台特征	美团	-0.0086	-0.0004	95%

基准回归结果如表 8 所示。无论是原始 DID 还是 PSM-DID，政策交互项系数均在 5%水平上显著为正，表明政策试点对骑手收入波动具备显著影响。经过倾向得分匹配后，核心系数与显著性保持稳定，结论具备稳健性。整体来看，社会保障政策能够通过调整订单分布、优化收入结构等路径，平抑骑手收入波动特征。

5.2. 稳健性检验

平行趋势检验结果如图 6 所示。政策实施前，处理组与对照组各月交互项回归系数的 p 值均大于 0.05，不存在显著差异，满足平行趋势假设，双重差分模型设定合理。

Table 8. The estimation effect of safeguard policies on the volatility of rider income
表 8. 保障政策对骑手收入波动的估计效果

变量	DID	PSM-DID
treat*time	0.0095	0.0069
控制变量	固定	固定
区域/时间固定效应	固定	固定
N	30,613	10,846
R ²	0.26	0.875

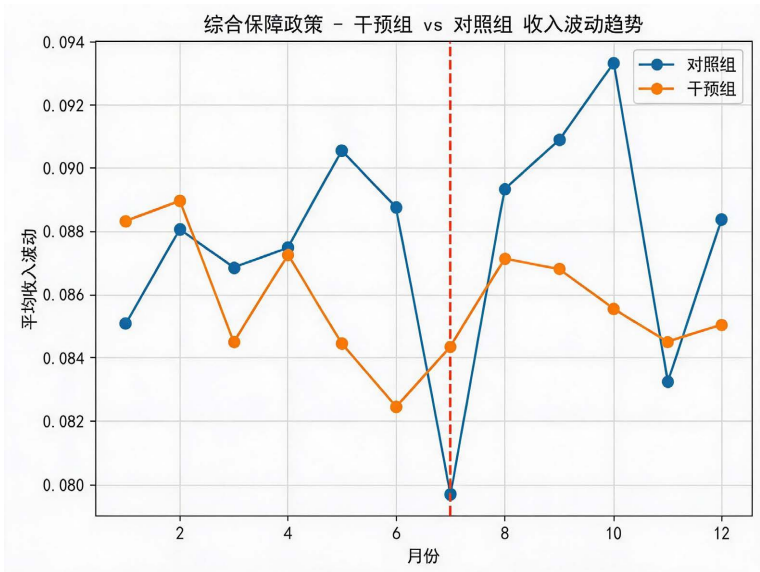


Figure 6. Parallel trend test
图 6. 平行趋势检验

进一步通过安慰剂检验验证结果稳健性：随机模拟的“虚假政策效应”围绕 0 值对称分布，真实政策效应值落于虚假效应分布的中心区域，安慰剂检验 p 值为 0.3600，排除了随机因素与未观测混淆因素导致虚假显著的可能，政策效应具备稳健性。

5.3. 异质性分析

本文从天气类型维度展开异质性检验，结果如表 9 所示。

Table 9. Heterogeneity in different dimensions
表 9. 不同维度异质性

度	分组类别	DID 系数	p 值
天气类型	晴	0.3753	0.465
	多云	0.0673	0.897
	小雨	0.0519	0.919
	中雨	2.6035	0.001
	雷阵雨	-1.5094	0.005

续表

订单量区间	低订单量	0.0118	0.5719
	中订单量	0.00055	0.983
	高订单量	0.0127	0.6559

由异质性分析结果可知，综合保障政策对骑手收入波动的影响在不同天气类型和订单量区间存在显著差异。从天气类型维度看，政策在中雨和雷阵雨天气下对骑手收入波动产生显著影响，在恶劣天气时政策能显著改变骑手收入波动状况；而在晴、多云、小雨天气下，政策效果不明显。从订单量区间维度分析，无论低、中、高订单量区间，政策效应的 DID 系数均不显著，表明综合保障政策对不同订单量水平骑手的收入波动影响有限。整体而言，该政策的效果与天气条件密切相关，尤其在恶劣天气下更能体现对骑手收入波动的调节作用，而订单量并非影响政策效果的关键因素。

需说明的是，中雨、雷阵雨等极端天气分组的子样本规模相对较小，统计效力存在一定局限，该维度异质性结果仅反映当前样本内的特征，结论的普适性有待大样本进一步验证。订单量三个分组下政策效应均不显著，暂无法证实订单规模对保障政策效应存在调节作用，本文不对该维度做过度解读。

6. 结论和建议

6.1. 结论

6.1.1. 订单数量是影响骑手收入的核心变量

多种模型结果一致表明，订单数量对骑手收入具有最强的解释力，是收入水平与波动变化的首要驱动因素。面板回归进一步显示，具备制度保障的骑手在订单收益方面具有更高的边际回报，表明保障机制与接单行为之间存在正向协同效应。社会保障机制的覆盖不足。

6.1.2. 制度性保障显著降低收入波动并提升履约能力

骑手是否具备社保、劳动合同等制度保障，对其收入稳定性具有显著影响。无论是波动率分析还是尾部风险评估，参保群体的表现均优于未参保者，尤其在节假日和恶劣天气等高压情境下，保障群体的履约能力与收入弹性更强。

6.1.3. 外部环境因素放大了收入波动的不确定性

天气状况、商圈密度与是否节假日等变量在模型中均具有较高的重要性，表明骑手的收入受外部条件显著影响。在中雨、雷阵雨等极端天气下，收入波动和尾部风险指标均明显上升，呈现出“波动集群”现象。

6.1.4. 高风险骑手群体具备明确的结构特征

通过 KMeans 聚类识别出一类高风险骑手，其普遍缺乏社保保障、收入波动剧烈、活跃于高密度商圈，极端损失风险明显高于其他群体，构成平台运营中的潜在脆弱群体。

6.1.5. 保障政策对缓解收入波动具有情境依赖性

政策模拟结果显示，保障政策在整体上具有降低骑手收入波动的作用，尤其在中雨、雷雨等风险场景中效果显著，而在订单稳定或情境普通时效果较弱，表明政策的影响具有场景敏感性。

6.2. 建议

6.2.1. 优化平台派单机制，保障订单来源稳定性

平台应持续优化智能派单算法，结合时段、区域与订单密度，精准匹配骑手与任务，提高单量分发

效率；同时在订单高峰期与节假日设置弹性补贴机制，保障骑手获得充足、可预期的订单数量。

6.2.2. 推动制度性保障普及，提高劳动者抗风险能力

建议平台落实用工合规责任，为骑手提供可选、可负担的社保、意外险及劳动合同服务。政府可通过补贴引导、监管督促等方式扩大制度保障覆盖率，提升骑手在收入波动中的稳定性与抗压性。

6.2.3. 针对恶劣天气和特殊节假日完善风险缓冲政策

在中雨、雷雨等极端天气及高订单负荷节假日期间，应实施天气补贴、节假日激励与灵活排班制度，缓解特殊情境对骑手收入与履约稳定性的冲击。

6.2.4. 建立高风险骑手识别机制并实施分类干预

结合收入波动率、尾部风险指标与保障状态，平台应建立动态骑手风险等级模型，对高波动、高风险群体实施定向管理，如风险补贴、培训支持、接单策略优化等，实现早识别、早干预、早保护。

6.2.5. 开展精细化、情境导向的保障政策试点

政府可在天气多变区域、节假日密集时段或商圈波动较大的配送区域，开展差异化保障政策试点，如按情境触发的临时险种、任务补偿机制或阶段性社保扶持政策，以提升政策精准性与覆盖效能。

6.3. 研究局限与展望

本研究仍存在两方面局限，需客观说明：第一，问卷调查样本量为 100 份，属于小范围抽样，且样本主要集中于广州核心城区，对远郊骑手、兼职骑手的覆盖相对不足，研究结论的外部代表性存在一定限制，向其他城市或全国范围推广需谨慎。第二，收入面板数据基于调研信息与外部公开数据模拟生成，与平台真实订单流水数据存在细微偏差，可能对收入波动的极端值测算精度产生一定影响。未来研究可进一步扩大调研样本规模，覆盖更多城市与不同用工模式的骑手群体，同时争取对接平台真实运营数据，提升实证结论的普适性与精准度。

参考文献

- [1] 张成刚, 陈雅茹, 徐玥. 新就业形态劳动者的工资保障研究——以外卖骑手为例[J]. 中国劳动, 2022(4): 21-36.
- [2] 陈龙. 平台经济的劳动权益保障挑战与对策建议——以外卖平台的骑手劳动为例[J]. 社会治理, 2020(8): 22-28.
- [3] 王一, 孙蒋胜男. 从“去组织化”到“再组织化”: 数字时代非正规就业者职业伤害保障模式探索[J]. 暨南学报(哲学社会科学版), 2025, 47(3): 25-39.
- [4] 马奇璞. 新业态下灵活就业人员社会保障问题及对策研究——以郑州市为例[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 华北水利水电大学, 2024.
- [5] 黄芷璇. 新就业形态劳动者权益保障制度变迁的路径依赖研究——基于制度适配性的分析[D]: [硕士学位论文]. 广州: 广州大学, 2024.
- [6] 刘会. 零工经济下外卖平台用工稳定性及对策研究[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆交通大学, 2023.
- [7] 梁国强. 平台企业灵活就业劳动者职业伤害保障问题研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 长沙理工大学, 2023.
- [8] Tibshirani, R. (1996) Regression Shrinkage and Selection via the Lasso. *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology*, 58, 267-288. <https://doi.org/10.1111/j.2517-6161.1996.tb02080.x>
- [9] Hastie, T., Tibshirani, R. and Friedman, J. (2009) *The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction*. 2nd Edition, Springer. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-84858-7>
- [10] Breiman, L. (2001) Random Forests. *Machine Learning*, 45, 5-32. <https://doi.org/10.1023/a:1010933404324>
- [11] Chen, T. and Guestrin, C. (2016) XGBoost: A Scalable Tree Boosting System. *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, San Francisco, 13-17 August 2016, 785-794. <https://doi.org/10.1145/2939672.2939785>

-
- [12] Gini, C. (1912) Variabilità e mutabilità. Cuppini.
 - [13] Theil, H. (1967) Economics and Information Theory. North-Holland.
 - [14] 杨冰, 朱紫嫣. 数字乡村战略实施对农民增收的影响研究——基于 PSM-DID 检验[J]. 信阳师范大学学报(哲学社会科学版), 2025, 45(2): 46-51.