

doi:10.3969/j.issn.1672-0598.2025.06.010

网约车出行服务定价研究*

吴士亮¹, 王文², 仲琴¹

(1. 南京财经大学 管理科学与工程学院, 南京 210023; 2. 太原理工大学 经济管理学院, 太原 030024)

摘要:基于双边市场理论构建数学模型对网约车出行服务定价决策进行研究,分析平台企业的服务质量选择、平台补贴、网络效应以及进入市场的次序对双边用户规模、乘客支付价格、佣金比例及平台获利的影响,研究结果表明:(1)在垄断情形下,平台实施补贴会导致乘客支付价格及平台收取的佣金上升,进而促使乘客规模和司机规模扩大。值得注意的是,平台是否采取补贴策略及补贴的分配方式均不影响其获利水平;(2)双寡头竞争情形下,一方面,市场竞争使得平台间服务质量差异扩大,乘客支付价格差距扩大,且司机端交叉效应强度较高的出行场景更易被高质量平台所关注;另一方面,无论平台进入市场的先后顺序如何,动态博弈的结果均趋向于共赢;(3)在上述两种情形下,平台企业可选择提供高质量或低质量的出行服务,但应避免选择中庸质量的服务。研究可为网约车服务运营企业的定价决策及政府部门的监管政策制定提供参考。

关键词:网约车;双边市场;网络效应;服务质量;定价

中图分类号:F272.3

文献标志码:A

文章编号:1672-0598(2025)06-0118-12

网约车出行服务模式(简称网约车模式)是一种依托云计算提供强大算力、运用软件算法对出行双方实时匹配的新兴服务模式,本质上是以数字平台为核心而构建的一个双边市场,具有双边市场的典型特性,如多边性、网络效应、用户多归属等,也具有移动互联、实时在线、数据驱动、智能决策等鲜明的时代特色。该市场中,平台运营企业(以下简称平台)居于核心地位,扮演中间人和协调者角色,其作用是对市场资源进行高效配置和精准调节,主要手段包括构建基础设施、提供软件、制定规则及实施定价策略等,司机方和乘客方是市场中的两边,前者是出行服务的直接提供方,后者是出行服务的最终消费方,司机和乘客通过软件与平台连接,在软件算法协调下完成从需求发起到付款的整个交易过程。相对于传统的出租车巡游模式,网约车模式具有如下突出优势:乘客可提前对出行进行规划,随时发起出行请求,自主选择服务等级,显著减少等待;司机可减少盲目空驶,提高时间利用效率,降低燃油浪费;平台可获得出

* 收稿日期:2022-06-11

作者简介:吴士亮(1972—),男,山东费县人;博士,南京财经大学管理科学与工程学院副教授,主要从事平台经济、数字化管理研究。

王文(1998—),女,四川古蔺县人;太原理工大学经济管理学院硕士研究生,主要从事科技创新与科技政策研究。

仲琴(1974—),女,江苏启东人;南京财经大学管理科学与工程学院副教授,主要从事平台经济研究。

本文引用格式:吴士亮,王文,仲琴.网约车出行服务定价研究[J].重庆工商大学学报(社会科学版),2025,42(6):118-129.

行大数据,运用算法对供需资源进行实时匹配及持续优化,运用市场机制动态配置资源,有效缓解高峰期出行难题。这些突出优势极大地推动了网约车市场的快速发展,创造了巨大的经济价值、社会价值和环境价值^[1]。

在网约车市场发展过程中,也暴露出一些与服务质量有关的问题,如:司机从业人员鱼龙混杂、司机在服务过程中频繁操作手机、乘客投诉处理不及时、乘客人身安全问题突出等^[2],直接影响了用户参与意愿及服务体验,不利于整个行业生态的健康发展。与此同时,随着社会发展及人们收入水平不断提高,出行者对服务质量的差异化和个性化要求却日趋提高。纵观我国网约车市场的发展历程不难看出,早期的一些平台(如滴滴、快的)通过对双边用户提供高额补贴、并购等手段占据了较高市场份额,然而,后来仍有众多竞争者陆续加入该行业,各竞争者之间在出行价格水平、服务质量承诺、佣金抽成比例、用户补贴策略等方面存在诸多差异。可见,如何在充分考虑网约车市场特点的基础上对出行服务定价的动态特性进行揭示具有现实意义。基于此,本文针对网约车市场特点,运用双边市场理论构建垄断与竞争模型,分析网约车平台的质量选择、网络效应等对用户规模、乘客支付、佣金比例及其利润的影响,为平台定价决策提供参考。

一、文献综述

近年来针对网约车模式的相关研究比较活跃,这里主要关注与本文研究密切相关的成果,主要包括如下两个方面:

1. 网约车模式及其影响因素研究,典型研究包括:杰奥夫雷等^[3]以优步为例阐释了网络效应在推动网约车平台成长中所起的重要作用及基本原理;Alemi等^[4]和Lavieri等^[5]发现活动密度高、居住密集的地区使用网约车服务的频率较高,出行安全与隐私问题是影响乘客选择网约车服务的两项重要因素;Cramer等^[6]发现网约车平台实施动态定价及弹性供给可提高司机供给率,满足实时变化的出行需求;杨浩雄等^[7]发现平台通过合理定价、保障服务质量与设置准入门槛等措施可有效缓解拥堵状况,然而,Erhardt等^[8]基于对2010—2016年旧金山地区交通数据的分析,得出网约车在很大程度上导致了交通拥堵并降低了行程可靠性的结论。

2. 网约车出行服务定价研究,细分为如下两种情形。一是针对单个出行平台的情形,主要有:Chen等^[9]分别以平台收益最大和社会福利最大为目标构建离散系统仿真模型研究定价策略,考虑了峰时定价、佣金率及用户激励等因素;Yang等^[10]针对峰时定价在特定情形下可能导致供需失衡问题提出一种奖励方案,该方案允许出行者在高峰时段价格基础上对司机打赏,并针对两种方案(有奖励 vs. 无奖励)的乘客效用、司机收益与平台利润变化进行比较;彭向等^[11]使用生灭过程理论及排队理论描述网约车司机状态转化过程,以社会福利最大化为目标、以出行价格和平台佣金为决策变量建立优化模型,对比静态和动态两种定价策略的社会福利;Bai等^[12]建立排队模型探讨司机工资及服务价格制定问题,优化目标包括平台收益最大以及社会总福利最大。刘征驰等^[13]使用Agent方法进行仿真实验,研究乘客需求强度、司机服务质量及平台开放程度对定价策略的影响,该研究的供方市场包括共享车和出租车。二是针对两个出行平台的情形,主要有:Bryan等^[14]在垄断情形基础上进一步探讨双寡头市场中参与者不同归属情形(包括仅乘客方多归属、仅司机方多归属以及乘客方与司机方皆多归属)下的司机空闲率、乘车价格与平台利润;Belleflamme等^[15]针对双寡头市场中一边用户多归属情形分析服务价格、平台利润及双边用户剩余;卢珂等^[16]研究了双寡头平台的定价均衡问题,考虑了交叉网络效应及乘客方对平台服务质量的偏

好;孙中苗等^[17]针对 3 种乘车需求情形(衰减、激增、不变),以平台收益最大为目标构建最优模型研究随机需求下的动态定价问题。此外,有学者就网约车与出租车共存情形的服务定价进行研究,如:赵道致等^[18-19]探讨了服务共存条件及均衡定价策略,在研究中使用等待时间对服务质量进行刻画,比较了不同管制目标(包括实现参与和公平)下的价格策略宽严程度。

综上,目前针对平台垄断和双寡头竞争情形的定价策略研究已取得较丰富成果,研究中涉及网络效应、乘客偏好、服务质量等影响因素,视角上以平台为主、平台管理政策制定者为辅,方法上主要包括最优模型、仿真实验和调查研究。然而,已有文献大多只针对一个特定情形(即:平台垄断或双寡头竞争),全面兼顾两种情形的较少^[14]。另外,已有研究对服务质量的考虑不够深入,现有文献也鲜有涉及市场进入次序这一问题。鉴于此,本文运用双边市场理论针对平台垄断和双寡头竞争情形分别建立基本模型和拓展模型,通过求解模型进一步解释平台的服务质量选择、平台补贴、网络效应强度及市场进入次序等因素对双边用户规模、乘客支付价格、佣金比例及平台获利的影响,以期对网约车平台的服务定价和政府管理部门制定政策提供参考。

二、平台垄断情形

(一) 基本模型

考虑一个由平台垄断的网约车市场,市场由平台、乘客和司机三方构成。乘客通过乘客端 App 向平台进行注册、发出出行请求、支付出行费、对出行服务进行评价。司机通过司机端 App 向平台进行注册、就上下班进行打卡、接收来自算法发出的指令、接送乘客。平台负责匹配乘客和司机、派单、跟踪服务,从乘客支付的出行费中扣除一定比例作为服务佣金,假设佣金收入是平台的唯一收益来源。

平台向市场承诺的出行服务质量为 $q, q \in [0, 1]$ 。平台为实现服务承诺需先期投入,用于购买 IT 基础设施、软件研发、早期市场推广等,这部分投入视为沉没。接入平台的乘客与司机的规模分别记为 n^B 和 $n^S, n^B, n^S \in [0, 1]$ 。

网约车市场中存在明显的网络效应现象,即:消费者的效用与该市场中消费者的数量有关^[3]。网络效应不仅存在于同类用户之间,也存在于不同类的用户之间。当一类用户的数量增加能够增加(或减少)另一类用户的效用时,称这种存在于不同类用户之间的网络效应为交叉网络效应^[20]。本文把网约车市场中某一边单个用户所获得的、由于另一边单个用户的间接影响而引起的效用变化量,称为交叉效应强度。

用 α 和 β 分别表示相应于乘客方和司机方的交叉效应强度, $\alpha \geq 0, \beta \geq 0$ 。简化起见,这里不考虑同侧用户的网络效应。不同乘客对出行服务质量的偏好不同,用 λ 表示乘客的服务质量偏好,不同司机在履行平台所规定的服务规范方面存在能力差异,用 c 表示司机履行服务规范的成本,假设 λ 和 c 在 $[0, 1]$ 上均匀分布。 p 表示乘客支付的出行费, k 表示平台在每单交易中提取佣金的比例, $k \in [0, 1]$, 所有参与人理性。

平台利润取决于市场中乘客和司机间潜在的出行订单总量、乘客支付价格、佣金比例以及成本。平台在运营阶段高度依赖软件算法支持交易全过程,一般无需人工干预。从平台视角看,支撑一次完整的出行交易过程的边际成本可忽略不计。网约车出行服务是共享服务,具有信息产品和访问服务的典型特征^[20-21],其定价更多体现了价值导向^[22]。现实中,平台会根据外部市场、技术环境和自身发展需要进行分阶段投入,本文不考虑这部分投入以简化模型。

本文综上并借鉴 Rochet 等^[23]关于信用卡市场潜在交易量的思路,把网约车平台的利润最大化目标表示为:

$$\max_{k,p,n^B,n^S} \Pi = k p n^B n^S \quad (1)$$

(二) 模型求解

定理 1: 当满足条件 $\alpha < q$ 及 $\beta < q$, 平台有最优解: $k = \frac{\alpha\beta - \alpha q - \beta q + q^2}{2\alpha\beta - 3\alpha q - \beta q + 2q^2}$, $p = \frac{q}{3} \frac{2\alpha\beta - 3\alpha q - \beta q + 2q^2}{\alpha\beta - \alpha q - \beta q + q^2}$, $n^B = \frac{q}{3(q-\alpha)}$, $n^S = \frac{q}{3(q-\beta)}$, 平台利润 $\Pi = \frac{q^3}{27(\alpha-q)(\beta-q)}$ 。

证明: 乘客和司机预期效用为: $U^B = \lambda q + \beta n^S - p$, $U^S = (1-k)p + \alpha n^B - cq$ 。由于参与人理性, 乘客与司机加入平台的条件分别为 $U^B \geq 0$, $U^S \geq 0$, 得: $\lambda \geq \frac{p - \beta n^S}{q}$, $c \leq \frac{\alpha n^B - kp + p}{q}$ 。令 $\lambda_0 = \frac{p - \beta n^S}{q}$, $c_0 = \frac{\alpha n^B - kp + p}{q}$, 可知: λ_0 越大, 接入平台的乘客越少; c_0 越大, 接入平台的司机越多。为简化分析, 假设乘客与司机的接入规模为线性函数, 市场用户规模总量为 1, 得平台两边用户接入规模分别为: $n^B = 1 - \lambda_0 = 1 - \frac{p - \beta n^S}{q}$, $n^S = c_0 = \frac{\alpha n^B - kp + p}{q}$, 进而得 $n^B = \frac{\beta kp - \beta p + pq - q^2}{\alpha\beta - q^2}$, $n^S = \frac{kpq + \alpha p - \alpha q - pq}{\alpha\beta - q^2}$ 。把所得 n^B, n^S 代入目标函数 $\Pi = k p n^B n^S$, 由一阶条件可得利润最大时对应的 k 和 p 。平台实现最大利润的二阶条件为海塞矩阵负定, 即 $(\beta - q)(\alpha - q) > 0$ 。将所得 k 和 p 代入双边用户规模, 得 $n^B = \frac{q}{3(q-\alpha)}$, $n^S = \frac{q}{3(q-\beta)}$ 。由于平台双边用户规模应为正数, 故当 $\alpha < q$ 且 $\beta < q$ 时, 平台可获最大利润 $\frac{q^3}{27(\alpha-q)(\beta-q)}$ 。

由定理 1 进一步得到如下命题。

命题 1: 当满足条件 $\alpha < q$ 及 $\beta < q$ 时, p 是 β 的增函数, k 是 β 的减函数, n^S 是 β 的增函数, n^B 不受 β 影响, Π 是 β 的增函数。

命题 1 表明, 在满足特定条件下, 当平台提供的服务质量 q 保持不变时, 交叉效应强度 β 增加对平台是有利可图的, β 增加会增加乘客支付价格和司机收入, 然而对乘客规模没有影响。

命题 1 可用来解释平台的一些行为, 例如, 在高峰时段(下雨天、上下班高峰)或拥堵路段(如繁华街区)情形, 车辆行驶速度相对缓慢, 固定时段内的单个司机可提供服务的频次下降。从司机角度看, 会导致行驶成本增加和接单量减少。从需求出行的乘客角度看, 此时若增加司机通常会产生更多获得感, 换言之, 增加一个乘客——司机连接会有更高的效用增量(即 β 值增加), 其他一些造成服务供给紧张的情形(如旅游旺季、特定节假日等)也将使得 β 增加。针对这些情形, 平台通常会采取相关措施, 如设置针对性收费项目(如低速费、远途费、临时加价等)、制定灵活计价规则以及开展市场机制创新(如鼓励乘客为出行竞价)等, 其结果是增加了乘客出行价格并吸引更多司机接入平台。另外, 平台通过在乘客端 App 中提供红包功能, 发放红包额度越高的乘客将优先获得可用司机。在抢单模式下, 若红包数额全部转移到接单司机, 此时相当于降低佣金比例 k , 显然这会吸引司机接入平台并保持服务在线。

现实中, 平台所提供服务的品质高低直接影响到乘客的体验(如舒适性、安全感等), 因而受到乘客重视。虽然平台拥有的乘客数量会影响司机预期获得的出行订单数量, 然而, 由于司机不能直连乘客, 平台具有绝对的订单配置权, 司机只能被动接受。鉴于此, 本文后续主要探讨平台服务质量与司机相关的交叉网络效应对平台定价的影响, 相应取 $\alpha = 0, \beta > 0$, 易得如下推论。

推论 1: 针对情形 $\alpha=0, \beta>0$, 当满足 $\beta<q$ 时垄断平台有最大利润, 此时, $\Pi = \frac{q^2}{27(q-\beta)}, p = \frac{q}{3} \frac{\beta-2q}{\beta-q}, k = \frac{\beta-q}{\beta-2q}, n^B = \frac{1}{3}, n^S = \frac{q}{3(q-\beta)}$ 。

在推论 1 基础上, 易得推论 2。

推论 2: 针对情形 $\alpha=0, \beta>0$, 有以下推论。

(1) k 是 q 的增函数, n^S 是 q 的减函数。

(2) 当 $\beta < q < \frac{\beta}{2-\sqrt{2}}$ 时, p 是 q 的减函数; 当 $q > \frac{\beta}{2-\sqrt{2}}$ 时, p 是 q 的增函数。

(3) 当 $\beta < q < 2\beta$ 时, Π 是 q 的减函数; 当 $q > 2\beta$ 时, Π 是 q 的增函数; 当 $q = 2\beta$ 时, Π 取最小值 $\frac{4}{27}\beta$ 。

推论 2 表明, 随着服务质量 q 提高, 平台佣金比例 k 增加, 司机规模 n^S 缩小, 乘客支付价格 p 与平台利润 Π 将先减少后增加。

推论 2 具有如下意义:

首先, 对平台而言, 所提供出行服务的质量越高, 意味着在人员、技术、研发及运营管理等方面的更大投入, 平台需要获得收益来缓解资金压力并维持成长可持续, 结合推论 1, 平台获得利润与乘客支付价格和司机市场的交叉效应强度有关, 佣金比例与平台服务质量及交叉效应强度有关。该发现对平台具有借鉴价值, 其一, 由于利润是交叉效应强度的增函数, 而交叉效应强度值与场景有关, 平台可利用该特性实现获益(参见命题 1 解释); 其二, 平台或者定位于低端市场(意味着较低质量的出行服务、较低的乘客支付价格、较低的佣金比例), 或者定位于高端市场(意味着较高质量的出行服务、较高的乘客支付价格、较高的佣金比例), 定位于中端市场对自身不利。

其次, 对双边用户群体而言, 无论平台选择低端市场还是高端市场, 乘客方规模基本不变, 然而不同市场定位情形下的司机方规模有区别, 高端市场定位时的司机方规模较小, 这与网约车市场现实是较符合的。现实中, 当不考虑竞争时, 可把网约车市场大致分为两个细分市场: 定位于高品质出行服务(如各类专车平台)的高端市场, 以及定位于经济型出行服务(如滴滴快车)的大众化市场。相对而言, 高端市场服务质量高, 对司机资格、服务流程、商务礼仪、每日在线时间等要求严格, 客观上提高了司机准入门槛, 导致司机规模相对较小。

(三) 模型拓展: 考虑对双边用户进行补贴

长期以来, 补贴作为一种经济手段在各行业得到广泛运用。网约车市场中, 平台在不同发展阶段(如初入市场、规模壮大、业务拓展等)、出于不同需要(如吸引新用户、动态调控供需资源)经常对双边用户进行补贴。鉴于此, 本节对基本模型进行拓展, 以揭示垄断平台对双边用户补贴所带来的影响。

平台提供补贴的情形可分为 3 种: 仅补贴乘客一边、仅补贴司机一边、对双边用户同时补贴。由于单边补贴可视为对双边同时补贴的特例, 故这里分析第三种情形。接下来, 分析平台实施补贴对乘客价格、佣金比例以及平台利润的影响, 并与未实施补贴的情形进行对比。

在垄断模型现有假设及符号的基础上, 不考虑乘客对司机的交叉网络效应(即 $\alpha=0$), 平台对乘客和司机的补贴量(记为 x_p 和 y_p)表示为乘客支付价格 p 的某个倍数, 称 x 和 y 为补贴强度。从平台角度, 当 $x+y > k$ 时, 佣金收益小于补贴支出, 利润为负; 当 $x+y < k$ 时, 佣金收益大于补贴支出, 利润为正。平台目标是利润最大, 即:

$$\max \Pi = (k-x-y)pn^B n^S \quad (2)$$

沿用定理1的证明思路对补贴情形进行计算。鉴于无补贴情形可视为有补贴情形的特例(对应于 $x=0, y=0$),表1针对两种情形的主要结果进行对比。

表1 垄断平台的出行服务定价:不提供补贴 vs. 提供补贴

	情形1: 不提供补贴	情形2: 提供补贴
乘客价格 p	$\frac{q\beta-2q}{3\beta-q}$	$\frac{q}{3\beta-xq-\beta+q} \frac{2q-\beta}{\beta-2q}$
佣金比例 k	$\frac{\beta-q}{\beta-2q}$	$\frac{\beta-q-xq}{\beta-2q} + y$
乘客规模 n^B	$1 + \frac{p}{q} \left(-1 + \frac{\beta}{q} (1-k) \right)$	$1 + \frac{p}{q} \left(x - 1 + \frac{\beta}{q} (1-k+y) \right)$
司机规模 n^S	$\frac{p}{q} (1-k)$	$\frac{p}{q} (1-k+y)$
平台利润 Π	$\frac{1}{27} \frac{q^2}{q-\beta}$	$\frac{1}{27} \frac{q^2}{q-\beta}$

显然,表1中平台实现利润最大需满足前提条件 $\beta < q$ 。进一步,易得如下命题。

命题2:相对于无补贴情形,平台提供补贴时(即: $x>0, y>0$),接入平台的乘客规模和司机规模都将增加。

命题3:随乘客补贴强度增加,乘客支付价格增加;司机补贴强度增加不影响乘客支付价格。

命题4:佣金比例是补贴强度的增函数。平台是否实施补贴以及如何补贴,不影响其最优利润。

命题2揭示了补贴对平台的价值,即用于拓展市场用户的规模。该命题可用于解释网约车出行服务市场中的一些现象,如:当处于早期发展阶段时,平台出于亟需做大出行市场以实现强大网络效应之目的,常常会采取发放优惠券、红包、免收服务佣金等多样化的补贴措施,这些措施明显提升了乘客方的获得感,刺激更多乘客进入市场。同时,乘客规模的增加会吸引更多司机进入,这种司机与乘客之间存在的正向网络效应会持续推动双边用户规模增长。现实中,具有垄断地位的平台也常常针对单边或双边用户进行灵活补贴,本文认为这有其合理性,这是因为出行市场中存在可替代服务。另外,用户的收入水平、出行习惯也会发生改变,通过实施灵活的补贴策略有助于激活用户,增加平台用户的黏性,主动应对市场的动态变化。

命题3揭示了与平台补贴相关的动态性。从乘客方看,补贴会产生两方面的效应,一是收入效应,即补贴增加了乘客效用;二是支出效应,即补贴引起乘客支付价格的上升。从司机方看,补贴也产生两方面的效应,收入效应表现在对司机方补贴增加了司机效用,对乘客方补贴由于提高乘客支付价格因而对司机方也有利;支出效应表现在补贴提高了佣金比例从而减少了司机所得。

命题4表明佣金比例是平台的一项关键调节手段。佣金比例与乘客支付价格及补贴强度有关,影响接入网约车出行平台的双边用户规模,直接关系到平台的利润。运用该命题有助于理解我国政府最近出台的关于网约车平台抽成比例的有关规定^[24],以及在保障司机权益、促进网约车市场可持续发展方面的积极作用。

三、双寡头竞争情形

(一) 基本模型

自2009年出现Uber平台以来,市场中迅速崛起了滴滴、神州、易到等多个网约车平台,在这种背景

下,平台如何科学决策乘客价格和佣金比例,事关自身的生存与发展。接下来,本文继续研究网约车平台的双寡头竞争问题,建立考虑服务质量差异的分析模型,分析各平台最优定价及其对双边用户规模的影响。

本文把提供较低服务质量的平台称为低质量平台,提供较高服务质量的平台称为高质量平台。不失一般性,用 i, j 分别表示低质量和高质量平台,相应的服务质量记为 q_i 和 $q_j, q_i \leq q_j$, 各平台向乘客收取的价格分别为 p_i 和 p_j 。假设乘客是否加入以及加入哪个平台的决策不受平台限制,各平台对其供需资源的动态匹配具有完全支配权,司机只能被动接受,因而无论是采用派单还是播单,本质上没有区别。平台通过运用数据科技可精准掌握司机的服务表现,主动调控司机的参与行为。假设每名司机参与且仅参与一个平台。

从乘客方看,使用不同平台意味着将会有不同的预期效用。平台 i, j 上的乘客预期效用分别为 $U_i^B = \lambda_i q_i + \beta n_i^S - p_i, U_j^B = \lambda_j q_j + \beta n_j^S - p_j$ 。乘客在预期效用非负时才会加入平台,即: $\lambda_i \geq \frac{p_i - \beta n_i^S}{q_i}, \lambda_j \geq \frac{p_j - \beta n_j^S}{q_j}$ 。把平台 i, j 上的乘客规模分别记为 n_i^B 和 n_j^B , 有: $n_i^B = 1 - \frac{p_i - \beta n_i^S}{q_i}, n_j^B = 1 - \frac{p_j - \beta n_j^S}{q_j}$ 。

类似的可对司机方进行分析。司机在平台 i, j 上的预期效用分别为 $U_i^S = (1 - k_i)p_i - cq_i, U_j^S = (1 - k_j)p_j - cq_j$, 令 $U_i^S = U_j^S$ 可得在两个平台上司机效用无差异的临界点,由于已假定每个司机参与且仅参与一个平台,用 n_i^S 和 n_j^S 分别表示加入平台 i 和平台 j 上的司机规模,得: $n_i^S = 1 + \frac{k_i p_i - k_j p_j - p_i + p_j}{q_i - q_j}, n_j^S = \frac{-k_i p_i + k_j p_j + p_i - p_j}{q_i - q_j}$ 。

各平台的目标是利润最大,即:

$$\max \Pi_i = k_i p_i n_i^B n_i^S, \max \Pi_j = k_j p_j n_j^B n_j^S \quad (3)$$

(二) 模型求解

平台竞争的结果见表2,其中 $\Delta = q_j - q_i$, 由于平台利润与双边用户规模非负,得 $\Delta q \geq \frac{3}{2}\beta$ 。

表2 平台竞争的结果

	平台 i	平台 j
乘客价格 p	$\frac{\beta(6\beta - 13\Delta q + 6q_j) + \Delta q(7\Delta q - 5q_j)}{6\beta - 5\Delta q}$	$\frac{\beta(6\beta - 9\Delta q + 6q_j) + \Delta q(3\Delta q - 5q_j)}{6\beta - 5\Delta q}$
佣金比例 k	$\frac{(3\beta - 2\Delta q)(\Delta q - \beta)}{\beta(6\beta - 13\Delta q + 6q_j) + \Delta q(7\Delta q - 5q_j)}$	$\frac{-3(\Delta q - \beta)^2}{\beta(6\beta - 9\Delta q + 6q_j) + \Delta q(3\Delta q - 5q_j)}$
乘客规模 n^B	$\frac{-(3\beta - 2\Delta q)(\beta - \Delta q)}{(6\beta - 5\Delta q)q_i}$	$\frac{-3(\beta - \Delta q)^2}{(6\beta - 5\Delta q)q_j}$
司机规模 n^S	$\frac{3\beta - 2\Delta q}{6\beta - 5\Delta q}$	$\frac{3(\beta - \Delta q)}{6\beta - 5\Delta q}$
平台利润 Π	$\frac{(3\beta - 2\Delta q)^3(\beta - \Delta q)^2}{(6\beta - 5\Delta q)^3 q_i}$	$\frac{27(\beta - \Delta q)^5}{(6\beta - 5\Delta q)^3 q_j}$

基于表2,易得如下命题。

命题5:随着平台间质量差距 Δq 增加,两个平台上的乘客规模都变大,低质量平台上的司机规模变大,高质量平台上的司机规模变小,两个平台上的乘客支付价格的差 $\Delta p = p_j - p_i$ 增加,各平台的获利均增加。

命题6:随着交叉效应强度 β 增加,对于低质量平台,其司机规模和乘客规模都变小,平台获利减少;对于高质量平台,其乘客规模变小、司机规模变大,平台获利增加;两个平台上的乘客支付价格的差 $\Delta p = p_j - p_i$ 增加。

命题5揭示了服务质量差距对平台市场及利润的影响。根据该命题,扩大服务质量差距有利于各平台获利并保持较大的乘客规模,因而各平台宜采用差异化的市场定位。对于定位高端市场的平台,虽然提高服务质量有益于增加获利,然而也意味着会增加司机方的服务成本,这不利于司机方规模增长。对于定位低端市场的平台,在其他条件不变的前提下,将不会主动提升服务质量。该命题可用于解释出行市场中的一些现象,如:当平台服务定位于低端的大众出行市场时,一些平台在取得较大市场势力时仍在乘客出行安全保障、司机资质及服务规范等方面不够重视;与之对比,对于定位高端出行的专车、豪华车服务,平台通常会从多方面发力(如提高司机准入门槛、服务规范化、重视服务体验等)以保障兑现高水准的服务承诺,司机规模较小,乘客支付价格较高。

命题6揭示了交叉效应强度对平台市场及利润的影响。根据该命题,低质量平台应重视交叉效应强度较低的服务场景,高质量平台应重视交叉效应强度较高的服务场景。结合本文对交叉效应强度的定义可知,现实中交叉效应强度具有明显的场景相关性,如:在下雨天气、上下班出行高峰的场景,乘客感知的交叉效应强度较其他场景通常更高,此时高质量平台由于其较高的品质服务会对高端出行者更具吸引力;另外,由于高端出行者通常具有更强消费能力,因而平台会利用这一点来提高出行服务的价格从而使自己获利。

(三) 模型拓展:考虑市场进入次序

本部分进一步考虑平台进入市场的顺序这一因素。采用二阶段博弈:阶段一,平台一进入市场,选择对外提供低质量或高质量服务,规定其选择一旦确定,将在后续阶段保持不变;阶段二,平台二基于所观察到的先入平台的质量选择,选择不同的质量水平。两个平台各自确定其价格和佣金比例,目标是实现利润最大化。后续分析中沿用基本模型的相关符号约定。

1. 低质量平台先进入市场的情形

当进入市场的平台一选择对外提供低质量服务时对应本情形。此时,低质量平台 i 在阶段一不存在竞争对手,根据垄断模型,低质量平台在阶段一向乘客收取的价格 $p_i = \frac{q_i \beta - 2q_i}{3 \beta - q_i}$,佣金比例 $k_i = \frac{\beta - q_i}{\beta - 2q_i}$,平台利润为 $\frac{q_i^2}{27(q_i - \beta)}$ 。结合表2,后进入的高质量平台 j 的决策问题可表示为:

$$\max_{\Delta q} \Pi_j = \frac{27(\beta - \Delta q)^5}{(6\beta - 5\Delta q)^3 q_j} \quad (4)$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} \frac{27(\beta - \Delta q)^5}{(6\beta - 5\Delta q)^3 q_j} > 0 \\ \frac{-3(\beta - \Delta q)^2}{(6\beta - 5\Delta q) q_j} > 0 \\ \frac{3(\beta - \Delta q)}{6\beta - 5\Delta q} > 0 \\ \Delta q = q_j - q_i > 0 \end{cases} \quad (5)$$

式(5)表示平台 j 的利润、乘客规模、司机规模皆为正,可得 $\Delta q > \frac{6\beta}{5}$ 。容易验证目标函数式(4)对 Δq 的二阶导数的符号为正,表明平台 j 的利润曲线下凹,进一步可得其利润在 $\Delta q \in \left(\frac{6}{5}\beta, \frac{3}{2}\beta\right)$ 上单调减,在 $\Delta q \in \left(\frac{3}{2}\beta, 1-q_i\right)$ 上单调增,在 $\Delta q = \frac{3}{2}\beta$ 处最小,为 $\frac{\beta^2}{4q_i+6\beta}$ 。另外易得:在 $\Delta q = \frac{3}{2}\beta$ 处,平台 j 的乘客支付价格 $p_j = q_i + \beta$,乘客规模 $n_j^B = \frac{\beta}{2q_i+3\beta}$,司机规模 $n_j^S = 1$,表明平台 j 抢占全部市场,也即先进入的低质量平台 i 将被完全挤出市场,故平台 i 应尽量避免该条件出现。

2. 高质量平台先进入市场的情形

当进入市场的平台一选择对外提供高质量服务时对应本情形。此时,高质量平台 j 在阶段一不存在竞争对手,可参照垄断情形处理。结合表 2,后进入的低质量平台 i 的决策问题可表示为:

$$\max_{\Delta q} \Pi_i = \frac{(3\beta-2\Delta q)^3(\beta-\Delta q)^2}{(6\beta-5\Delta q)^3 q_i} \quad (6)$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} \frac{(3\beta-2\Delta q)^3(\beta-\Delta q)^3}{(6\beta-5\Delta q)^3 q_i} > 0 \\ \frac{-(3\beta-2\Delta q)(\beta-\Delta q)}{(6\beta-5\Delta q) q_i} > 0 \\ \frac{3(\beta-\Delta q)}{6\beta-5\Delta q} > 0 \\ \Delta q = q_j - q_i > 0 \end{cases} \quad (7)$$

式(7)表示后进入市场的低质量平台 i 的利润、乘客规模、司机规模皆为正,可得 $\Delta q \in \left(\beta, \frac{6}{5}\beta\right) \cup \left(\frac{3}{2}\beta, 1-q_i\right)$,在 Δq 有效取值范围内,平台 i 的利润关于 Δq 单调增。易验证:当 $\Delta q \in \left(\frac{3}{2}\beta, 1-q_i\right)$ 时,两平台的利润关于 Δq 单调增;在 $\Delta q = \frac{3}{2}\beta$ 处,平台 i 的双边用户规模皆为 0,自然利润为 0,平台 j 虽无获利但由于其乘客和司机规模皆为正,因而平台 j 会占领市场。当 $\Delta q \in \left(\beta, \frac{6}{5}\beta\right)$ 时,结合表 2 可知此时平台 j 无可行解,平台 i 将获得市场中全部司机,故平台 j 会通过调整其服务质量水平来避免该情形出现。

综上,无论哪个平台先进入市场,各平台都需要警惕一些特定条件出现,同时,也存在有助于双方获利的共同可行区间。

命题 7: 当考虑平台进入市场的次序时,无论哪个平台先进入市场,平台博弈的结果是动态共赢。

命题 7 可用于解释网约车平台竞争中的动态性和多样性。我国网约车市场主要有两种模式,一种是包括滴滴在内的以私家车为运营车辆的 C2C 模式,另一种是以自有车辆为主要运力的 B2C 模式。相对而言,C2C 模式较难对司机侧进行有效管理和监督,服务标准也难以统一,而 B2C 模式在安全性和标准化服务方面具有优势。虽然以滴滴为代表的市场先行者通过烧钱大战已成长为行业龙头,然而,仍有一批平台通过面向细分场景提供质量差异化的出行服务进入市场,各平台通常都实施了基于大数据技术

的、应时应景的动态定价,形成多家平台既动态竞争、又趋于共赢的市场格局。总之,如上命题发现与我国出行市场的当前格局是相符的^[25]。

四、结论与建议

本文从网约车出行服务平台运营企业的视角,分别针对平台垄断和双寡头平台竞争两种情形建立了基本模型和拓展模型,揭示了平台服务质量水平、补贴选择、网络效应强度以及进入市场的次序等因素对双边用户规模、乘客支付价格、平台佣金比例及平台获利的影响,主要发现如下:

1. 服务质量与交叉效应强度是决定网约车平台商业模式的两个重要变量,这两个变量通过影响乘客方与司机方的效用进而影响平台的市场定位、服务价格、佣金比例和预期利润。平台可面向低端市场或高端市场提供差异质量的出行服务,定位于中端市场对自身不利。

2. 垄断平台提供补贴会增加乘客支付价格及平台收取的佣金比例,导致乘客规模和司机规模增加,垄断平台是否实施补贴以及如何补贴的决策不影响其获利。

3. 双寡头平台竞争的博弈结果表现为:平台间服务质量差异扩大,且乘客支付价格差距增加。在交叉效应强度较高的出行场景中,高质量平台更具竞争优势。无论平台进入市场的先后顺序如何,动态博弈的结果均趋向于共赢。

基于研究发现,提出如下政策建议:

1. 监管补贴行为。对于具有明显垄断地位的网约车平台,监管部门应限制其对乘客的补贴规模,以防止过度补贴导致乘客支付价格上升,损害乘客利益。

2. 鼓励竞争和创新。政府应完善网约车出行服务的市场准入机制,促进平台竞争,提升整体服务水平和创新能力。同时,可考虑采取奖励措施鼓励平台提升服务质量,要求平台公开服务质量和补贴等数据,增加市场透明度,促进竞争。

3. 建立行业标准和规范。政府可通过与行业协会和平台合作,针对网约车出行服务建立服务标准和规范,提高用户信任度,降低信息不对称风险,促进行业可持续发展。同时,完善反垄断法规,限制垄断平台滥用市场优势,维护市场竞争公平性,保护乘客和司机的权益。

相较于针对特定情形的已有相关研究(如文献[11,14,16]),本研究对出行服务定价决策的研究更全面,研究中兼顾了平台垄断和双寡头两种情形,较深入分析了平台补贴和市场进入次序对平台利润和用户参与的影响。本研究的不足之处:所考虑的因素不够全面,现实中网约车平台在定价决策中考虑的因素更丰富(如服务场景细分、用户锁定、跨界服务等);另外,网约车出行服务本身仍处于发展变化中(如:出行服务聚合模式的出现),政府在服务监管中面临着诸如平台垄断、数据隐私保护与利用、算法歧视定价等新问题和新挑战,因而值得进一步研究。

参考文献:

- [1] 陈倩,陈忠卫,陈阿丽. 平台型企业与双边市场主体间信任关系——基于滴滴出行的扎根研究[J/OL]. 重庆工商大学学报(社会科学版), (2020-07-17)[2025-09-24]. <https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1154.c.20200717.1319.002.html>.

- [2] 关越. 网约车虽方便,安全隐患不容忽视[N]. 吉林日报, 2021-08-19 (7).
- [3] 杰奥夫雷 G. 帕克, 马歇尔 W. 范. 埃尔斯泰恩, 桑基特. 保罗. 邱达利. 平台革命: 改变世界的商业模式[M]. 北京: 机械工业出版社, 2020.
- [4] ALEMI F, CIRCELLA G, MOKHTARIAN P, et al. What drives the use of ridehailing in California? Ordered probit models of the usage frequency of Uber and Lyft[J]. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 2019, 102: 233-248.
- [5] LAVIERI P S, BHAT C R. Investigating objective and subjective factors influencing the adoption, frequency, and characteristics of ride-hailing trips[J]. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 2019, 105: 100-125.
- [6] CRAMER J, KRUEGER A B. Disruptive change in the taxi business: The case of uber[J]. *American Economic Review*, 2016 (5): 177-182.
- [7] 杨浩雄, 张丁, 孙丽君. 网约车对交通拥堵的影响——基于复杂系统视角[J]. *系统工程*, 2020(3): 92-99.
- [8] ERHARDT G D, MUCCI R A, COOPER D, et al. Do transportation network companies increase or decrease transit ridership? Empirical evidence from San Francisco[J]. *Transportation*, 2022, 49: 313-342.
- [9] CHEN X Q, ZHENG H Y, KE J T, et al. Dynamic optimization strategies for on-demand ride services platform: Surge pricing, commission rate, and incentives[J]. *Transportation Research Part B: Methodological*, 2020, 138: 23-45.
- [10] YANG H, SHAO C Y, WANG H, et al. Integrated reward scheme and surge pricing in a ridesourcing market[J]. *Transportation Research Part B: Methodological*, 2020, 134: 126-142.
- [11] 彭向, 胡天宇, 孙俊芳, 等. 基于社会福利最大化的网约车平台定价模型研究[J]. *系统工程理论与实践*, 2021(7): 1806-1818.
- [12] BAI J, SO K C, TANG C S, et al. Coordinating supply and demand on an on-demand service platform with impatient customers[J]. *Manufacturing and Service Operations Management*, 2019(3): 556-570.
- [13] 刘征驰, 蒋贵艳, 马滔. 服务质量、需求强度与共享出行平台定价——基于平台封闭与开放策略的视角[J]. *中国管理科学*, 2021(9): 224-235.
- [14] BRYAN K A, GANS J S. A theory of multihoming in rideshare competition[J]. *Journal of Economics & Management Strategy*, 2019, 28: 89-96.
- [15] BELLEFLAMME P, PEITZ M. Platform competition: Who benefits from multihoming? [J]. *International Journal of Industrial Organization*, 2019, 64: 1-26.
- [16] 卢珂, 周晶, 和欣. 考虑用户对服务质量偏好的网约车平台定价策略研究[J]. *软科学*, 2018(6): 119-124.
- [17] 孙中苗, 徐琪. 随机需求下考虑不同竞争情形的网约车平台动态定价[J]. *中国管理科学*, 2021(1): 138-148.
- [18] 赵道致, 杨洁. 考虑不同监管目标的网约车服务价格管制策略研究[J]. *系统工程理论与实践*, 2019(10): 2523-2534.
- [19] 赵道致, 杨洁, 李志保. 考虑等待时间的网约车与出租车均衡定价研究[J]. *系统工程理论与实践*, 2020(5): 1229-1241.
- [20] LEHMANN S, BUXMANN P. Pricing strategies of software vendors[J]. *Business & Information Systems Engineering*, 2009 (6): 452-462.
- [21] GUO Z L, MA D. A model of competition between perpetual software and software as a service[J]. *MIS Quarterly*, 2018(1): 101-120.
- [22] 汤姆·纳格, 约瑟夫·查莱, 陈兆丰. 定价战略与战术: 通向利润增长之路[M]. 北京: 华夏出版社, 2012.
- [23] ROCHET J C, TIROLE J. Platform competition in two-sided markets[J]. *Journal of the European Economic Association*, 2003(4): 990-1029.
- [24] 人力资源社会保障部, 国家发展改革委, 交通运输部, 等. 关于维护新就业形态劳动者劳动保障权益的指导意见[EB/

OL]. (2021-07-23) [2021-10-20]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2021-07/23/content_5626761.htm.

[25] 毛振华. 网约车市场“一家独大”格局生变[N]. 经济参考报, 2021-07-23(5).

Pricing of Online Ride-hailing Services

WU Shiliang¹, WANG Wen², ZHONG Qin¹

(1. School of Management Science and Engineering, Nanjing University of Finance and Economics, Nanjing 210023, China;

2. School of Economics and Management, Taiyuan University of Technology, Taiyuan 030024, China)

Abstract: Based on the two-sided market theory, this paper constructs a mathematical model to study the pricing decisions of ride-hailing services. It analyzes the impacts of platform enterprises' service quality selection, platform subsidies, network effects, and market entry order on the scale of two-sided users, passenger payment prices, commission rates, and platform profits. The research results show that: (1) In the monopoly scenario, the implementation of subsidies by the platform will lead to an increase in passenger payment prices and the commissions charged by the platform, which in turn promotes the expansion of passenger scale and driver scale. Notably, whether the platform adopts a subsidy strategy and the way subsidies are distributed have no impact on its profit level; (2) In the duopoly competition scenario, on the one hand, market competition expands the differences in service quality among platforms and widens the gaps in passenger payment prices, and travel scenarios with a high intensity of cross-effect on the driver side are more likely to be focused on by high-quality platforms; on the other hand, regardless of the order in which platforms enter the market, the result of the dynamic game tends to be a win-win situation; (3) Under the above two scenarios, platform enterprises can choose to provide high-quality or low-quality ride-hailing services, but should avoid choosing services of moderate quality. This study provides a reference for the pricing decisions of ride-hailing service operation enterprises and the formulation of regulatory policies by relevant government departments.

Keywords: ride-hailing; two-sided market; network effect; service quality; pricing

(责任编辑: 邓龙奎)