

远程无人共享召泊车市场竞争力研究

熊禹^{1,2}, 吴志运¹, 尹希庆¹

¹广西科技大学自动化学院, 广西 柳州

²东风柳州汽车有限公司, 广西 柳州

收稿日期: 2023年3月24日; 录用日期: 2023年7月18日; 发布日期: 2023年7月27日

摘要

作为21世纪出行方式的共享汽车, 可有效提高车辆利用率、缓解道路汽车饱和造成的交通拥堵、助力碳达峰、碳中和的实现。但因租还车不易、客单价昂贵等因素导致其发展受到极大的限制。基于此, 首先, 本文以智能驾驶与调度方式为切入点, 提出了一种全新的远程无人共享召泊车方案, 通过智能驾驶、远程监控与乘客自驾相结合, 在实现2 km内的智能取还车的前提下, 优化司机的服务方式与工资占比。其次, 从共享汽车企业的角度出发, 对经济型网约车与远程无人召泊车运营利润模型进行构建, 并以购置价格为15万经济型电动汽车为研究对象, 分析核算安全员替代率、车辆出租率、客单价及召泊车系统成本对总运营利润的影响。结果表明: 当客单价与现阶段客单价一致时, 该方案较经济型网约车可大幅增加营运利润, 缩短投资周期; 当客单价降为原客单价的一半, 可通过降低召泊车系统成本、提高安全员的替代率以及车辆出租率, 使企业获22.58%至163.19%的利润增加值, 为解决现阶段共享汽车的车辆调度以及乘车的经济性问题提出了新的思路, 在一定程度上促进共享汽车企业的发展。

关键词

无人共享召泊车, 经济型网约车, 安全员替代率, 车辆出租率, 客单价, 召泊车系统成本, 总营运利润

Study on Competitiveness of Remote Unmanned Shared Parking Market

Yu Xiong^{1,2}, Zhiyun Wu¹, Xiqing Yin¹

¹School of Automation, Guangxi University of Science and Technology, Liuzhou Guangxi

²Dongfeng Liuzhou Motor Co., Ltd., Liuzhou Guangxi

Received: Mar. 24th, 2023; accepted: Jul. 18th, 2023; published: Jul. 27th, 2023

Abstract

As a mode of transportation in the 21st century, car-sharing can effectively improve vehicle utili-

文章引用: 熊禹, 吴志运, 尹希庆. 远程无人共享召泊车市场竞争力研究[J]. 交通技术, 2023, 12(4): 336-347.

DOI: 10.12677/ojtt.2023.124037

zation, alleviate traffic congestion caused by road vehicle saturation, and contribute to achieving carbon peak and carbon neutrality. However, its development is greatly restricted by factors such as the difficulty of renting and returning cars, as well as expensive per kilometer prices. Based on this, firstly, this article proposes a new remote unmanned car-sharing and valet parking solution, with intelligent driving and dispatching as the starting point. By combining intelligent driving, remote monitoring, and passenger self-driving, the service mode and wage distribution of drivers are optimized while enabling intelligent car rental and return within a 2-kilometer radius. Secondly, from the perspective of car-sharing companies, an operating profit model is constructed for economical online ride-hailing and remote unmanned valet parking. Taking a 150,000 RMB economical electric vehicle as the research object, the impact of safety personnel replacement rate, vehicle rental rate, per kilometer price, and valet parking system cost on total operating profit is analyzed. The results indicate that when the per kilometer price is consistent with the current level, this solution can significantly increase operational profits and shorten the investment cycle compared to economical online ride-hailing. When the per kilometer price is reduced to half of the original price, the company can achieve profit increments ranging from 22.58% to 163.19% by reducing the valet parking system cost, increasing the replacement rate of safety personnel, and improving the vehicle rental rate. This proposal presents new ideas for solving the vehicle dispatch and cost-effectiveness issues of current shared cars, and to some extent, promotes the development of car-sharing companies.

Keywords

Unmanned Shared Parking, Economical Online Car Hailing, Replacement Rate of Safety Driver, Car Rental Rate, Per Kilometer Price, Cost of Parking System, Operating Profit

Copyright © 2023 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. 共享汽车发展研究背景及现状

1.1. 研究背景

截至 2022 年, 中国私家车数量达到 2.5 亿辆, 驾照持有人数达到 4.87 亿。然而, 刘彬彬[1]指出 2011 年我国道路汽车保有量已经达到饱和状态, 故而, 面对巨大的用车需求缺口以及道路汽车饱和的矛盾, 若一味增加私家车的数量, 不仅无法解决供需矛盾, 反而会加剧交通堵塞和空气污染等外部环境成本[2] [3]。随着消费需求的不断升级以及共享经济理念的不断渗透, 被誉为 21 世纪出行方式的共享汽车, 在资源共享的东风下展现蓬勃发展的趋势。相关研究表明, 共享汽车可有效减少家庭交通支出[4]、降低购买汽车的动机[5]、提高生态效益[6] [7]及车辆的利用率[8]等, 现已成为优化资源配置、解决交通供需失衡的必然选择。但现阶段“基站式分享”和“自由流动式共享”的分时租赁汽车, 繁琐的用车和还车过程[9] [10], 极大程度打击了乘客用车的热情; 网约车司机素质的良莠不齐以及车辆性能无法保证, 使运营的网约车饱受乘客诟病[11] [12]; 伴随着智能网联与人工智能的发展, “无人”共享出租车映入大众眼帘, 但高昂的车载安全员的工资迫使“无人”共享汽车采用出租车的收费标准进行试运营, 对乘车经济性以及共享汽车行业的发展产生了极大的限制[13]。

1.2. 研究现状

广大学者为解决现阶段共享汽车的痛点, 大多以调度单价[14] [15]、站点布局[16] [17]及调度路径[18]

[19] [20]为出发点,不断优化站点的选址决策[21]、营运管理[22]、路径规划[23] [24],而忽略了调度方式的改变。基于此,本文从无人驾驶的未来必然性、事故偶然性以及车载安全员的高成本为切入点,创新性的提出了“一键无人共享召泊车”方案,具体方案示意如图1所示。

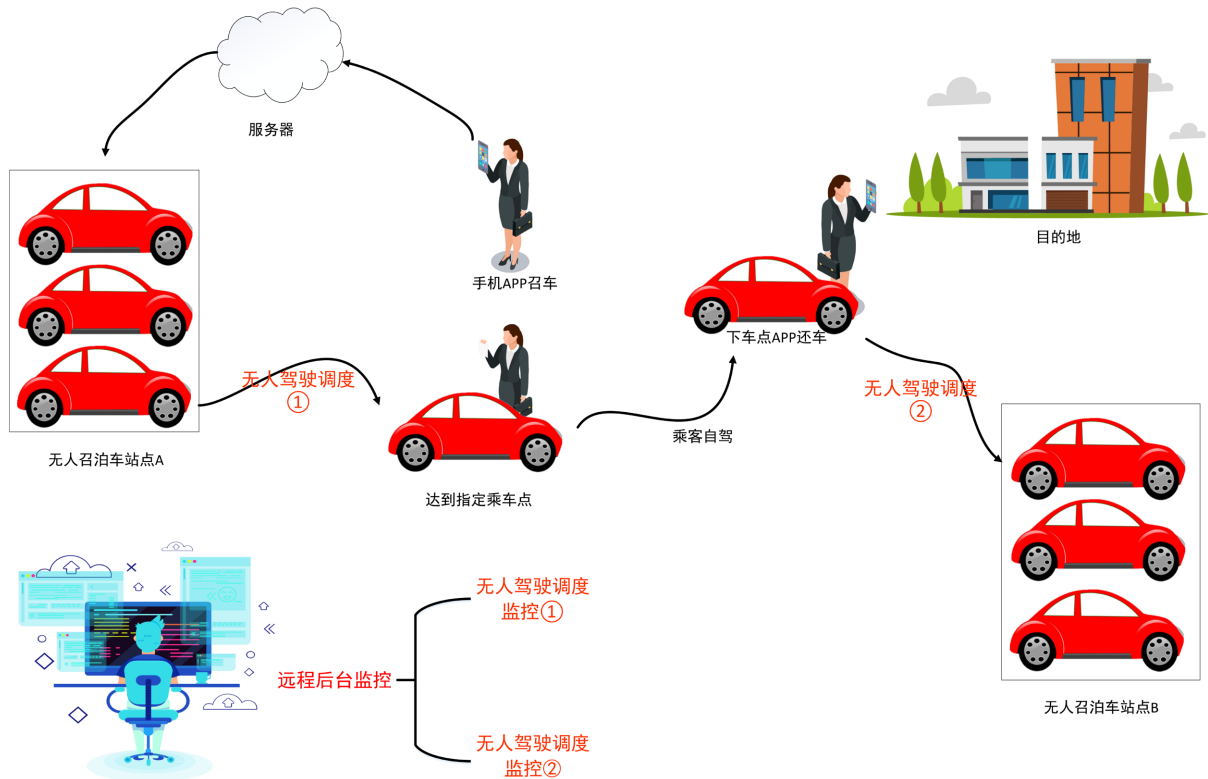


Figure 1. Schematic diagram of one click unmanned shared parking call
图1. 一键无人共享召泊车示意图

由图1可知,该方案利用低速智能驾驶技术完成乘客在共享汽车站点附近2 km的召还车请求,其余时间由乘客接管车辆进行人工驾驶。同时为了解决低速智能调度过程中极端偶发工况对车辆和行人造成的安全隐患,拟采用远程安全员对车辆的调度过程中的车况信息以及行车环境进行监控,并在紧急情况下完成车辆的制动与接管,进一步保证道路车辆以及行人的安全。

2. 共享汽车运营利润模型

为了验证该方案的经济性,本文从共享汽车企业的角度出发,结合调研数据、文献资料以及企业实地调研数据,对经济型网约车、无人共享召泊车的营运利润模型进行构建,并以车辆购置价格为15万的电动汽车为例,对不同车辆出租率、安全员替代率、客单价以及召泊车系统成本下的营运利润进行定量分析。旨在保证企业在获得足够让利下的前提下,优化调度方式与司机的工作强度、服务方式以及服务时间进而达到降低客单价的目的,促进现阶段共享汽车的发展,实现乘客、司机以及企业三方共赢的局面。

2.1. 共享汽车运营成本框架

无论网约车还是无人共享召泊车方案,都是通过移动互联网将乘客的用车需求与打车平台相结合而构建出的一种现代化的出行方式,以共享汽车企业端为出发点,共享汽车全生命周期营运利润可由运营

总收入与运营总支出差值来表示，但远程无人共享召泊车落地成本较网约车而言，需在购置成本上额外承担搭载共享召泊车系统费用，且安全员的工资由网约车司机的多劳多得转变为定岗定薪，具体的运营成本框架见图 2。

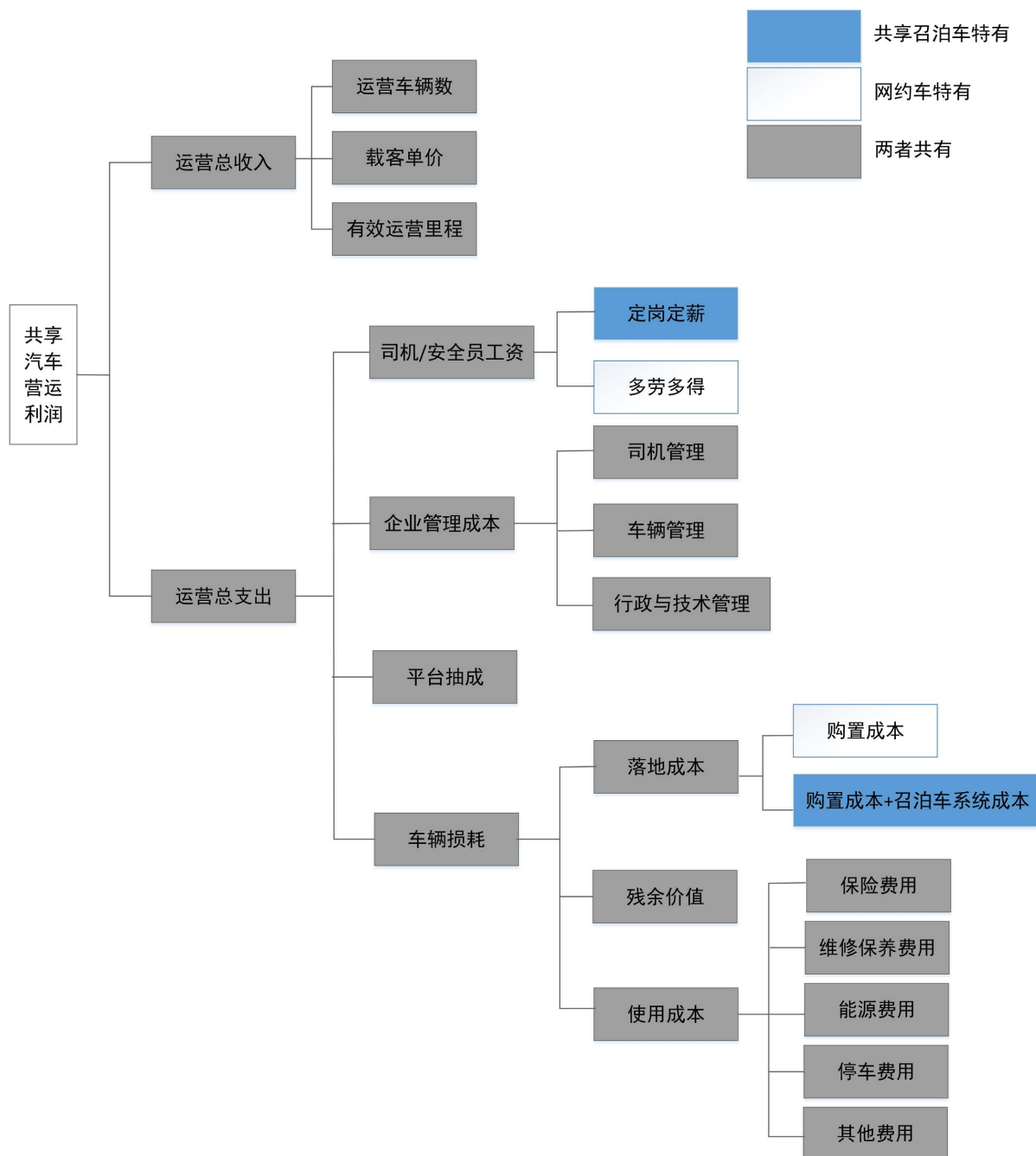


Figure 2. Shared vehicle operating cost framework

图 2. 共享汽车营运成本框架

2.2. 共享汽车营运利润模型

共享汽车营运利润，是指共享汽车企业购买、投放运营和处置汽车的过程中所产生的收益。本文假

设消费者在 2022 年购置汽车, 并以 2022 年作为基准年, 当车辆达到报废时, 全生命运营周期的利润 Op_{all} 计算公式为:

$$Op_{all} = In_{all} - Tc_{all} \quad (1)$$

式中: In_{all} 表示共享汽车企业从购置车辆到达强制报废条件的运营总收入; Tc_{all} 表示维持企业与车辆正常运营的总支出。

2.2.1. 共享汽车运营总收入

对于运营总收入 In_{all} 而言, 其与实际的共享汽车出租数 N_{val} 、车辆使用年限 n 、有效载客里程 S_{val} 及每公里的客单价 P_r 息息相关。计算公式为:

$$\begin{aligned} In_{all} &= N_{val} * n * S_{val} * P_r \\ S_{val} &= S * \eta_{val} \\ N_{val} &= N * m \end{aligned} \quad (2)$$

式中: N 为企业投入运营的共享汽车数量, m 为车辆租出率, S_{val} 为有效载客里程, η_{val} 有效载客距离占比。

2.2.2. 共享汽车运营总支出

根据共享汽车企业实际调研可知, 共享汽车的运营总支出由司机或安全员工资 Ds_{all} 、企业管理费用 Ms_{all} 、运营平台服务费用 Pe_{all} 以及车辆损耗费用 Vc_{all} 四部分组成。计算公式为:

$$\begin{aligned} Tc_{all} &= Ds_{all} + Ms_{all} + Pe_{all} + Vc_{all} \\ Ds_{all} &= \lambda_d * In_{all} \end{aligned} \quad (3)$$

式中: 对于远程召泊车而言, Ds_{all} 为安全员的工资, 为定值且与工作时间成正比; 对于网约车而言, Ds_{all} 为司机的工资且与营运总收入 In_{all} 成正比例关系, 约占运营订单总收入的 50%~60%, 比例因子用 λ_d 表示; Ms_{all} 为企业管理成本, 主要包含配套的司机管理人员工资 Mn_d 、车辆管理人员工资 Mn_v 以及行政与技术管理人员工资 Mn_o 三部分组成, 并与企业的营运车辆数量 N 或安全员数量 D_n 成正比例关系。计算公式为:

$$\begin{aligned} Ms_{all} &= (Mn_d + Mn_v + Mn_o) * Ms_{ave} \\ Mn_d &= D_n * \lambda_{nd} * (1 - \gamma) \\ Mn_v &= N * \lambda_{nv} \\ Mn_o &= N * \lambda_{no} \end{aligned} \quad (4)$$

式中: Ms_{ave} 表示配套管理人员的平均工资、 λ_{nv} 为配套车管系数、 λ_{no} 为配套行政与技术管理系数、 λ_{nd} 为配套的司机管系数; γ 为安全员替代率, 代表安全员工作时间减少的比例。例如以满负荷运营为前提, 无人共享车平均每天载客 300 km, 单次出行距离为 10 km, 则每天需完成 30 次调度工作, 假设单次调度过程平均时速 20 km/h, 则 2 km 的调度时长 0.2 h, 平均每台车每天需要调度的人工工作时长 6 h, 相比每天工作时长为 12 h 的司机驾驶, 每台车的司机替代率 γ 为 50%。由于现阶段网约车采用车载安全员的模式, 安全员替代率 γ 为 0。

Pe_{all} 表示打车平台收取的“中介”服务费, λ_{pe} 表示其在营运总收入 In_{all} 中的占比。计算公式为:

$$Pe_{all} = \lambda_{pe} * In_{all} \quad (5)$$

Vc_{all} 是指营运车辆生命周期的车辆损耗成本, 包括车辆的购置成本 I_c 、使用成本 O_{cn} 以及残余价值 S_v 三部分。计算公式为:

$$Vc_{all} = N * I_c + O_{cn} - N * S_v \quad (6)$$

式中： I_c 表示企业购买汽车的落地成本，包含上牌费用、建议零售价等，对于远程无人召泊车而言，则需额外增加无人驾驶系统费用 A_c ； O_{cn} 表示汽车在营运营年限内，为保证汽车的正常运行所支付的车辆费用总和，主要包含能源费 c_{11} 、保险费 c_{12} 、其他费用 c_{13} 、维修保养费用 c_{14} 以及停车费用 p_1 五部分。计算公式为：

$$\begin{aligned} O_{cn} &= \sum_{n=1}^4 (c_{11} + c_{12} + c_{13} + p_1) * N * n + N * c_{14} \\ c_{11} &= l * o * p / \eta \\ c_{12} &= I_c * w \\ c_{13} &= I_c * \theta \\ c_{14} &= \sum_{y=1}^4 I_c * r * (1 + y / 5) \end{aligned} \quad (7)$$

式中： l 表示百公里电耗， o 表示单位电价， p 表示汽车的行驶的总里程， η 为电车能源转换效率， w 为年保险费率， θ 表示其他费用费率， r 表示基准维保费率， y 表示机动车已运营年限。

S_v 表示运营型汽车达到强制报废时的汽车残余价值，常用的机动车折旧费计算方法有等速折旧法、加速折旧法这两类[25]，其中等速折旧法中的平均年限法[26]可将机动车折旧的速率视作随时间均匀变化，相对于运营车辆而言，更加符合其本身的磨损特性。计算公式为：

$$S_v = I_c - \sum_{i=1}^n \frac{I_c}{n} i \quad (8)$$

式中： i 表示共享汽车运营年份。

2.2.3. 毛利增加率

为了对全生命周期下的经济型网约车与远程无人召泊车的运营利润进行比较，现将二者的全生命周期的运营利润差值占经济型网约车总运营利润中的比值定义为毛利增加率 φ 。计算公式为：

$$\varphi = \frac{Op_{gall} - Op_{wall}}{Op_{wall}} * 100\% \quad (9)$$

式中： Op_{wall} 、 Op_{gall} 分别表示经济型网约车与远程共享召泊车达到报废年限所获得的总运营利润。

3. 样本数据选择与关键假设

3.1. 客单价

乘客作为理性的消费者，在面临相同或相近的出行体验时，往往更倾向于选择廉价的出行方式。故而本文以经济型网约车为基础研究对象，结合表1所示的经济型网约车的计费规则，假定车辆运行速度为1 km/min的前提下，可计算出10公里内的平均客单价 P_r 约为4.156元/km。

Table 1. Charging rules for T3 travel

表 1. T3 出行的计费规则

项目名称	项目内容	费用
起步价	起步距离 2 公里，起步时长 5 分钟	11 元
时长费	超出起步时长的每分钟费用	0.4 元/min
里程费	超出起步距离的每公里费用	1.68 元/km
远途费	超出起步距离 15 公里后的每公里额外费用	0.75 元/km

3.2. 关键假设

本文以某一线城市的共享汽车企业为研究对象, 结合文献查阅、懂车帝、汽车之家以及实地调研的数据, 做出以下关键假设:

- ① 企业营运共有 1000 台购置成本为 15 万的经济型电动网约车, 召泊车系统成本为 20 万元, 百公里电耗为 12 Kwh, 且在车辆营运期间, 电池处于质保期间, 无需额外承担更换电池费用;
- ② 所有汽车模型年行驶 150,000 公里, 一线城市的停车费用为 30 元/天, 4 年达报废里程; 平台端服务端对订单费用的抽成比例 λ_{pe} 约为 20% [27];
- ③ 汽车全生命周期中, 电能市场价格为 0.68 元/kwh, 电车充电转化效率为 80%;
- ④ 单次出行里程为 10 km 内的短途出行[28], 客单价按网约车 10km 内的平均单价进行计算, 网约车有效载客距离因子 η 为 1/2, 远程无人召泊车有效载客距离因子 η 为 5/6; 经济性网约车的车辆租出率 m 为 0.7, 远程无人共享召泊车的车辆租出率 m 为 0.7 以上;
- ⑤ 所有汽车模型全生命周期保险费率为 0.06; 其他费用率 θ 为 0.008; 基准维保率 r 为 0.03;
- ⑥ 经济型网约车司机工资系数 λ_{nd} 约为 50%, 召泊车安全员的工资约为 10 万/年, 且工作时间与工作金额成正比, 企业配套管理人员的平均工资 $M_{s_{ave}}$ 为 5000 元/月, 配套司机管理系数 λ_{nd} 为 0.05、配套车辆管理系数 λ_m 以及配套行政管理系数 λ_{no} 均为 0.01。

4. 仿真与结果分析

4.1. 车辆出租率与客单价影响分析

车辆出租率作为影响无人召泊车经济性的关键因素之一, 随着互联网技术的快速发展, 可通过大数据分析站点信息对车辆进行合理投放, 提高车辆租出率。通过对 300 名不同年龄段的共享汽车用户的调研结果发现, 当新型共享汽车方案的客单价降为原客单价的一半时, 近 79% 的用户会选择其作为主流的出行方案。故而, 降低客单价, 优化站点布局都可使车辆出租率 m 得到有效提升。图 3 展示了客单价分别为 P_r 、 $1/2P_r$ 下, 车辆出租率 m 在 0.7~1 之间变化时, 对应共享汽车营运利润的变化情况。由图 3(a) 可知, 当客单价为 P_r 时, 即使车辆出租率不发生改变, 无人共享召泊车方案亦可在第二年较经济型网约车展现绝对的经济优势, 其次, 当 $m \geq 0.8$ 时, 无人共享召泊车在运营的第一年便可实现利润的由负变正转变, 相对现阶段的网约车运营可大幅度缩短投资周期; 由图 3(b) 可知, 在保持其他条件不变的前提下, 当客单价变为原客单价的一半, 即客单价为 $1/2P_r$ 时, 即使无人共享召泊车运营年限达到第四年, 也无法较现阶段经济型网约车展现经济优势, 且当车辆出租率 $m \leq 0.8$ 时, 无人共享召泊车在全生命周期的总营运利润都处于亏损状态, 无盈利空间。故而车辆出租率对客单价下降的营运利润补偿有限, 仅靠提升车辆出租率无法令无人共享召泊车方案展现经济竞争优势。

4.2. 安全员替代率影响分析

为了弥补远程无人共享召泊车方案中客单价下降所造成的企业运营利润缺乏竞争性, 甚至亏损的痛点问题, 以客单价 $1/2P_r$ 以及车辆出租率在 0.7~1 之间变化为前提条件, 通过引入安全员替代率 γ , 以降低现阶段司机高昂的工资占比以及优化司机的服务时间、服务方式。

图 4 分别展示了安全员替代率为 1/5、1/4、1/3 以及 1/2 所对应的共享汽车全生命周期营运利润变化趋势。由图 4(a) 和图 4(b) 可知, 当安全员的替代率 $\gamma \in [1/5, 1/4]$ 且车辆出租率 m 在 0.7~1 之间变化时, 无人共享召泊车的营运利润在前三年运营期间较网约车营运利润竞争始终处于劣势位置, 当且仅当运营年限达到第四年且车辆出租率为 1 时, 无人共享召泊车方案的总营运利润方能较经济型网约车展现经济竞争优势;

由图 4(c)可知,当无人共享召泊车的替代率 γ 为 $1/3$ 且车辆出租率 $m \geq 0.9$,无人共享召泊车相较经济型网约车展现经济优势的年限缩短至第三年,初显竞争优势;由图 4(d)可知,当安全员替代率 γ 为 $1/2$ 且车辆出租率 $m \geq 0.8$,此时的无人共享召泊车方案较于经济型网约车而言,可展现较为明显的经济优势。其

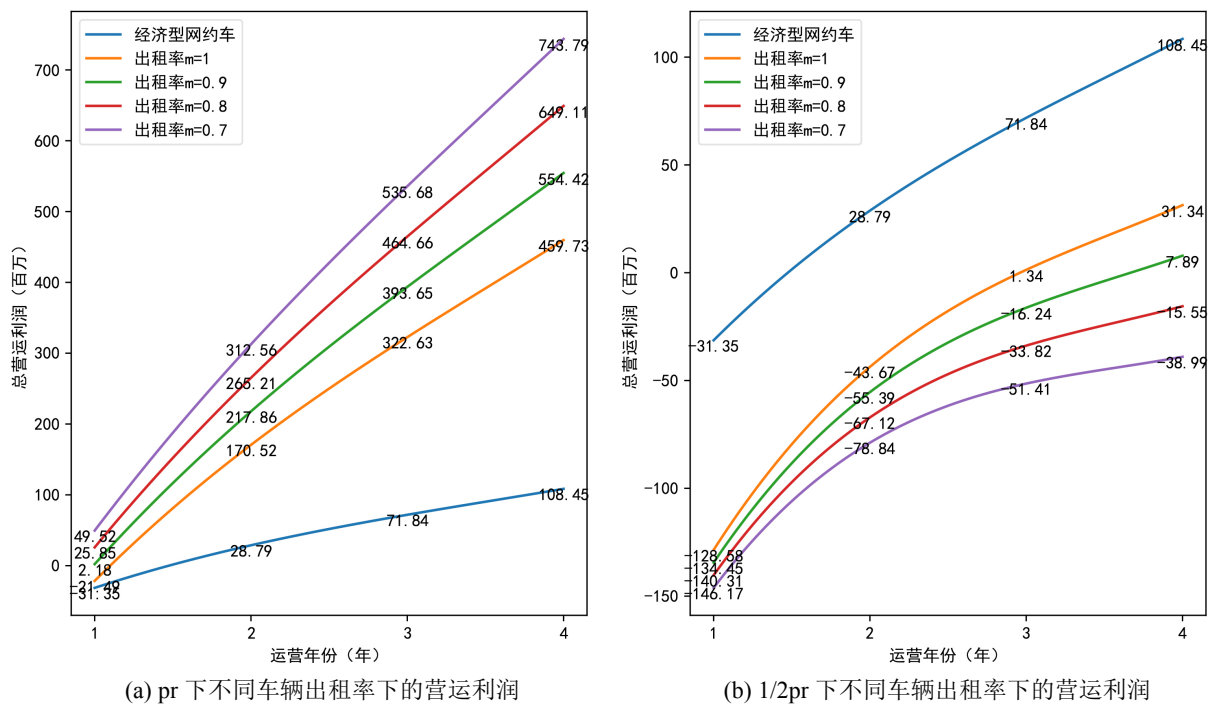
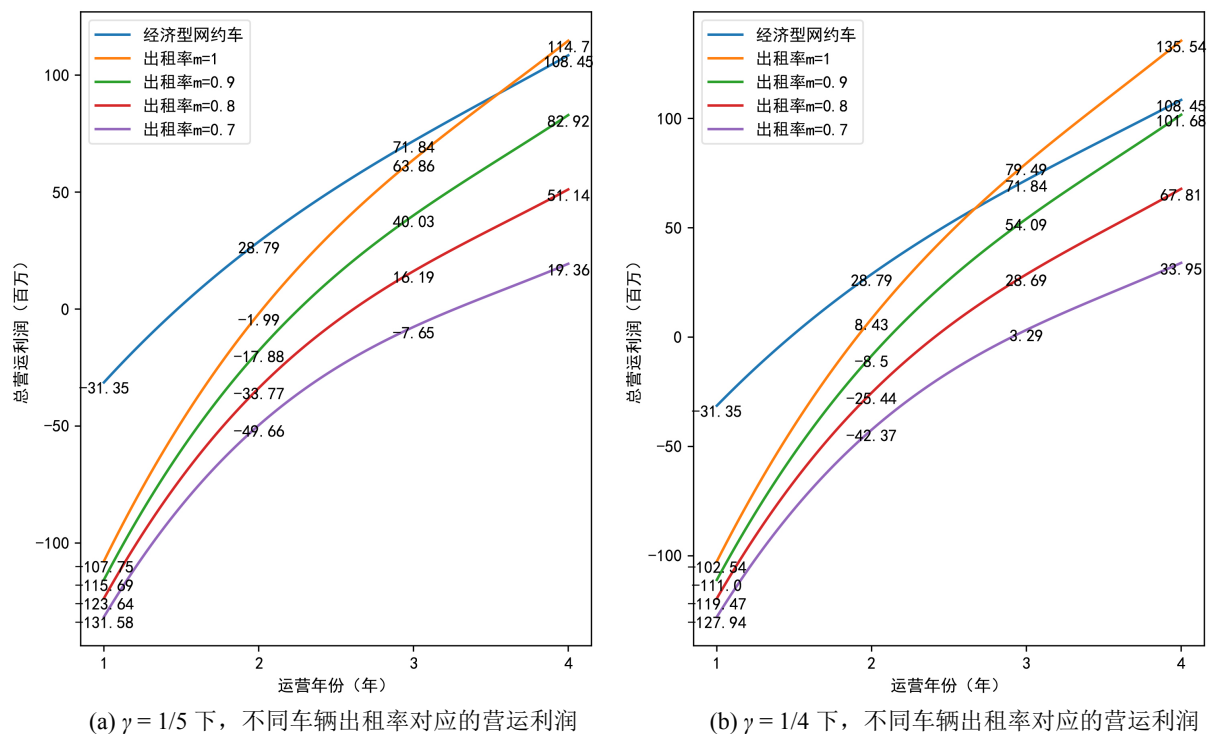


Figure 3. The total operating profit corresponding to two types of passenger unit prices under different vehicle rental rates
图 3. 两种客单价在不同车辆出租率下所对应的总营运利润



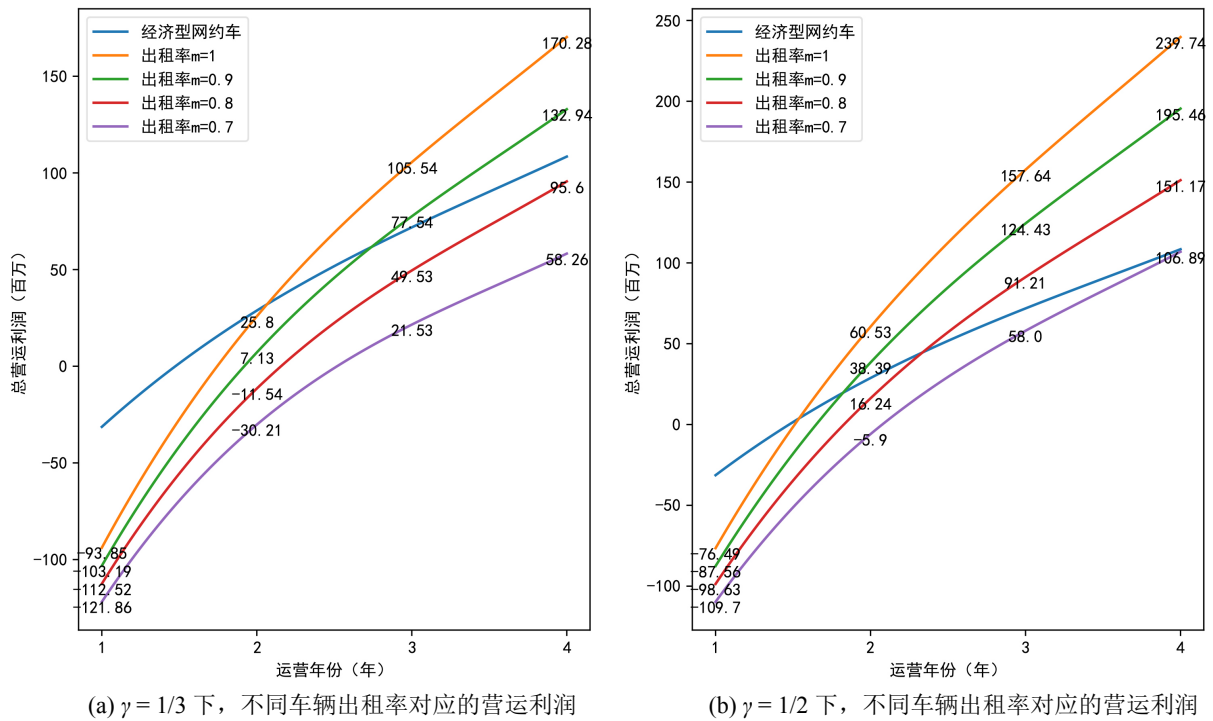


Figure 4. Changes in operating profit under four alternative rates when the unit price for boarding is half of the original passenger unit price

图 4. 客单价为原客单价一半时, 四种替代率下的营运利润变化

Table 2. Operating profit under different substitution rates

表 2. 不同替代率下的营运利润情况

安全员替代率	总营运利润 (百万)	毛利增加率	安全员替代率	总营运利润 (百万)	毛利增加率
$\gamma = 1/5 (Ac = 20 w, m = 0.7, n = 4)$	19.36	-82.15%	$\gamma = 1/3 (Ac = 20 w, m = 0.7, n = 4)$	58.26	-46.28%
$\gamma = 1/5 (Ac = 20 w, m = 0.8, n = 4)$	51.14	-52.85%	$\gamma = 1/3 (Ac = 20 w, m = 0.8, n = 4)$	95.60	-11.85%
$\gamma = 1/5 (Ac = 20 w, m = 0.9, n = 4)$	82.92	-23.54%	$\gamma = 1/3 (Ac = 20 w, m = 0.9, n = 4)$	132.94	22.58%
$\gamma = 1/5 (Ac = 20 w, m = 1, n = 4)$	114.70	5.76%	$\gamma = 1/3 (Ac = 20 w, m = 1, n = 4)$	170.28	57.00%
$\gamma = 1/4 (Ac = 20 w, m = 0.7, n = 4)$	33.95	-68.70%	$\gamma = 1/2 (Ac = 20 w, m = 0.7, n = 4)$	106.89	-1.45%
$\gamma = 1/4 (Ac = 20 w, m = 0.8, n = 4)$	67.81	-37.47%	$\gamma = 1/2 (Ac = 20 w, m = 0.8, n = 4)$	151.17	39.39%
$\gamma = 1/4 (Ac = 20 w, m = 0.9, n = 4)$	101.68	-6.25%	$\gamma = 1/2 (Ac = 20 w, m = 0.9, n = 4)$	195.46	80.22%
$\gamma = 1/4 (Ac = 20 w, m = 1, n = 4)$	135.54	24.98%	$\gamma = 1/2 (Ac = 20 w, m = 1, n = 4)$	239.74	121.06%

次, 根据广西某一共享汽车企业实地访谈结果可知, 当新型共享汽车方案的营运利润较现阶段经济型网约车模式的营运利润增加 20%以上时, 可在一定程度上促进现阶段共享汽车企业的发展。表 2 展示了无人共享召泊车达到报废年限时, 较经济型网约车总营运利润的毛利增加率。由表 2 可知, 当安全员替代率 $\gamma = 1/5$, 随着车辆出租率的不断增加, 可实现毛利增加率 ϕ 的由负变正, 理想状态下可获得 5.76% 的毛利增加率, 但仍然无法达到促进共享汽车企业的发展的要求; 当安全员替代率 $\gamma = 1/4$ 且车辆出租率 m 为 1 时, 可满足促进共享汽车发展所需的毛利增加率, 此时 ϕ 为 24.98%; 若安全员替代率 $\gamma = 1/3$ 且车辆出租率 $m \in [0.9, 1]$ 时, 此时的毛利增加率 $\phi \in [22.58\%, 57.00\%]$, 可满足促进共享汽车企业发展的盈利要求;

若安全员替代率 $\gamma = 1/2$ 且车辆出租率 $m \in [0.8, 1]$ 时, 此时 $\varphi \in [39.39\%, 121.06\%]$, 进一步降低了促进共享汽车发展的毛利增加率要求, 同时可进一步提高企业运营利润上限。

4.3. 召泊车系统成本影响分析

共享召泊车系统作为远程无人共享召泊车方案的核心组件, 其成本对无人共享召泊车方案的经济性同样会产生一定影响。随着智能辅助系统技术的不断革新, 面临强大的市场竞争激烈都会使共享召泊车系统的成本产生贬值。为了初步探究无人共享召泊车系统费用 Ac 对共享召泊车方案营运利润的影响, 现对共享召泊车系统价值分别为 10 万、20 万下的毛利增加率进行比较, 旨在初步探究当召泊车成本下降对新型共享汽车运营方案的影响, 具体结果如表 3 所示。

Table 3. Gross profit increase rate under different conditions

表 3. 不同条件下的毛利增加率

召泊车系统成本(万)	替代率	车辆出租率	毛利增加率
10	1/5	$m = 1$	47.89%
10	1/4	$m \geq 0.9$	35.88%~67.11%
10	1/3	$m \geq 0.8$	30.28%~99.13%
10	1/2	$m \geq 0.7$	40.68%~163.19%
20	1/5	$m = 1$	5.76%
20	1/4	$m = 1$	24.98%
20	1/3	$m \geq 0.9$	22.58%~57.00%
20	1/2	$m \geq 0.8$	39.39%~121.06%

由表 3 可知, 在客单价变为原客单价一半时, 即客单价为 $1/2P_r$, 当召泊车系统费用 Ac 由 20 万变为 10 万时, 可进一步降低了对安全员替代率以及车辆出租率的要求。如 $Ac = 10$ w 相较于 $Ac = 20$ w 而言, 可有效解决在 γ 为 1/5 时, 达到 100% 的出租率亦无法促进共享汽车发展的限制; 当安全员替代率 $\gamma \leq 1/2$ 时, $Ac = 10$ w 的营运利润上限提升至 163.19%, 相较于 $Ac = 20$ w 而言, 对达到促进共享汽车发展的车辆出租率的要求下降 10%, 同时使毛利增加率的上限提高 42.13%。故而, 当无人召泊车系统成本变为原假定系统成本一半时, 可进一步提高了企业的盈利能力, 降低运营条件限制。

5. 总结

针对现阶段共享汽车发展遇到的车辆调度不便与客单价昂贵的问题, 本文从共享汽车实际运营特征出发, 借助智能驾驶系统对调度方式进行优化, 提出一种智能调度与乘客自驾相结合的远程无人共享召泊车方案。同时, 根据共享汽车企业实地调研以及查阅文献等方式, 对网约车以及无人共享召泊车的营运利润模型进行构建, 并根据 300 名不同年龄段的共享汽车用户的调查问卷结果, 以经济型网约车为例, 对车辆出租率、客单价以及安全员替代率对远程无人召泊车方案营运利润进行初步分析。计算结果表明: 对于车辆出租率而言, 当客单价不变时, 随着出租率的增加, 该方案可较经济型网约车运营缩短投资周期, 提高营运利润能力; 而当客单价变为原来一半时, 车辆出租率对客单价下降的营运利润补偿有限, 仅靠提升车辆出租率无法使无人共享召泊车方案展现经济优势; 在原有条件基础上, 若存在安全员替代率, 当安全员替代率 $\gamma \in [1/5, 1/2]$ 时, 理论上可通过提高车辆出租率保证企业较现阶段经济型网约车实现 5.76~121.06% 的毛利增加率; 当召泊车系统成本缩短为假定的系统成本一半时, 当安全员替代率 $\gamma \in [1/5,$

1/2]时,可获得 40.68%~163.19%的毛利增加率;当安全员替代率 $\gamma \in [1/4, 1/2]$ 时,对达到促进共享汽车发展的车辆出租率的要求下降 10%的同时,使得毛利增加率的上限提高 42.13%,进一步提高了企业的盈利能力。

伴随着国家方针政策在引导,市场需求的不断扩张,远程无人共享召泊车方案,对于企业而言,可有效解决车辆调度困扰、车载司机费用高以及司机招聘寒窗期的问题;对于乘客而言,在经济性和便利性达到的同时,可通过自驾满足乘客用车的舒适性、安全性追求;对于司机而言,降低了其服务时间、改变了服务方式、极大程度减轻了司机的工作强度。在一定程度上,可促进现阶段的共享汽车行业发展的。

参考文献

- [1] 刘彬彬. 共享汽车租赁点运营特性分析与车辆调度研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2020.
- [2] 唐建军. 论私家车闲置问题以及共享汽车对策[J]. 科技风, 2020(10): 232-234.
- [3] 张斌, 辛清瑶, 王兆华. 需求抑制的陷阱: 私家车限购对居民地面公共交通出行影响的反事实推断[J]. 中国管理学, 2022(11): 1-12.
- [4] 曹可心, 邓羽. 城市共享汽车分布的时空演变及影响因素研究——以北京市主城区为例[J]. 地理学, 2021, 41(10): 1792-1801.
- [5] Illgen, S. and Hck, M. (2020) Establishing Car Sharing Services in Rural Areas: A Simulation-Based Fleet Operations Analysis. *Transportation*, **47**, 811-826. <https://doi.org/10.1007/s11116-018-9920-5>
- [6] Yang, J., Liu, A.A., Qin, P. and Linn, J. (2020) The Effect of Vehicle Ownership Restrictions on Travel Behavior: Evidence from the Beijing License Plate Lottery. *Journal of Environmental Economics and Management*, **99**, 106-122. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2019.102269>
- [7] Martin, E., Shaheen, S.A. and Lidicker, J. (2010) Carsharing's Impact on Household Vehicle Holdings: Results from a North American Shared-Use Vehicle Survey. Institute of Transportation Studies Working Paper No. 2143, 150-158.
- [8] Dill, J. and McNeil, N. (2021) Are Shared Vehicles Shared by All? A Review of Equity and Vehicle Sharing. *Journal of Planning Literature*, **36**, 5-30. <https://doi.org/10.1177/0885412220966732>
- [9] 吴娇蓉, 王宇沁, 林子旻, 等. 综合体分时租赁小汽车对出行方式转移行为影响[J]. 同济大学学报, 2020, 48(1): 60-67.
- [10] 杨飞, 侯宗廷, 王亮, 吴海涛. 考虑个体异质性的汽车分时租赁选择行为[J]. 西南交通大学学报, 2022, 57(4): 745-752.
- [11] 王佳雨. 二线城市居民汽车共享加入意愿分析[D]: [硕士学位论文]. 大连: 大连理工大学, 2017.
- [12] Marc, P., George, B. and Valentina, S. (2017) Car Sharing Adoption Intention in Urban Area: What Are the Key Sociodemographic Drivers? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, **101**, 218-227. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.05.012>
- [13] 张荣花, 赵磊, 王文斌, 等. 共享汽车选择行为影响因素分析[J]. 公路交通科技, 2022, 39(3): 143-151.
- [14] Hui, Y. and Wang, M.Q. (2010) Consuming Demand Incentive of Potential Carsharing Users and Its Developing Policy: Take Shanghai as a Case Study. *International Conference on Intelligent Computation Technology & Automation*, Changsha, 11-12 May 2010, 1031-1034. <https://doi.org/10.1109/ICICTA.2010.671>
- [15] He, L., Mak, H.-Y., Rong, Y., et al. (2017) Service Region Design for Urban Electric Vehicle Sharing Systems. *Manufacturing & Service Operations Management*, **19**, 309-327. <https://doi.org/10.1287/msom.2016.0611>
- [16] Weikl, S. and Bogenberger, K. (2015) A Practice-Ready Relocation Model for Free-Floating Carsharing Systems with Electric Vehicles—Mesoscopic Approach and Field Trial Results. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, **57**, 206-223. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2015.06.024>
- [17] 姚恩建, 何媛媛, 金方磊, 等. 面向自组织平衡的共享电动汽车调度优化方法[J]. 交通运输系统工程与信息, 2020, 20(5): 135-141.
- [18] Lin, D.Y. and Kuo, J.K. (2021) The Vehicle Deployment and Relocation Problem for Electric Vehicle Sharing Systems Considering Demand and Parking Space Stochasticity. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, **156**, Article ID: 102514. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2021.102514>
- [19] Chang, J., Yu, M., Shen, S., et al. (2017) Location Design and Relocation of a Mixed Car-Sharing Fleet with a CO₂ Emission Constraint. *Service Science*, **9**, 205-218. <https://doi.org/10.1287/serv.2017.0178>

-
- [20] Xu, M., Meng, Q. and Liu, Z.Y. (2018) Electric Vehicle Fleet Size and Trip Pricing for One-Way Carsharing Services Considering Vehicle Relocation and Personnel Assignment. *Transportation Research Part B*, **20**, 101-105. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2018.03.001>
- [21] 张靖雯, 张鑫. 基于人工鱼群算法的共享汽车停放网点优化算法的研究[J]. 电子设计工程, 2020, 28(23): 134-138.
- [22] Müller, J., *et al.* (2017) An Explanatory Model Approach for the Spatial Distribution of Free-Floating Carsharing Bookings: A Case-Study of German Cities. *Sustainability*, **9**, 1290-1292. <https://doi.org/10.3390/su9071290>
- [23] 吉珊珊. 基于增强蚁群算法的传感网移动 sink 路径规划[J]. 系统仿真学报, 2019, 31(11): 2543-2552.
- [24] 叶多福, 刘刚, 何兵. 一种多染色体遗传算法解决多旅行商问题[J]. 系统仿真学报, 2019, 31(1): 36-42.
- [25] 李志霞. 对我国固定资产折旧方法的探讨[J]. 中国经贸, 2009, 53(8): 997-1009.
- [26] 李倩. 城市私家车使用的内外部成本研究[D]: [硕士学位论文]. 北京: 北京交通大学, 2010.
- [27] 冯丹蕾. 基于共享经济的打车软件平台利润分析[J]. 中国商论, 2021(9): 9-11.
- [28] 张圆, 邓院昌. 基于 Logit 模型的共享汽车出行影响因素分析[J]. 科学技术与工程, 2019, 19(4): 254-258.