

参赛队员姓名：李敏依、韩易桐

中学：北京市十一学校

省份：北京市

国家/地区：北京市

指导教师姓名：杨洁、赵莹

论文题目：基于双边市场理论的智能快递柜平台定价策略分析

2020 S.-T. Yau High School Science Award

本参赛团队声明所提交的论文是在指导老师指导下进行的研究工作和取得的研究成果。尽本团队所知，除了文中特别加以标注和致谢中所罗列的内容以外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果。若有不实之处，本人愿意承担一切相关责任。

参赛队员： 李敏依、韩易桐 指导老师： 杨洁、赵莹

2020年 9月 15日

基于双边市场理论的智能快递柜平台
定价策略分析

作者：李敏依、韩易桐

2020 S.-T. Yau High School Science Award

摘要

随着我国移动互联网的不断发展与网上购物的流行,物流行业在物流配送最后一个环节的问题也逐渐暴露于公众。以“丰巢”为代表的智能快递柜在为“最后一公里”问题提供了解决方法的同时也满足了疫情“无接触配送”的需求。然而,由于长期陷入盈利方式模糊且单一、投放成本高和箱柜周转率低等困境,智能快递柜行业一直处于亏损状态。本文对智能快递柜行业进行深度剖析,找出市场各个参与主体之间的利益关系,挖掘其双边甚至多边市场特性。其次,运用双边(多边)市场理论,基于经典模型,通过分析市场两边需求价格弹性、双边市场交叉网络外部性和用户归属行为得到参与主体的效用函数,分别计算在不同均衡结果下平台的利润水平,从而得出整个智能快递柜行业盈利模式和最优定价策略,并对其未来发展提供较为具体化的建议。

关键词: 智能快递柜; 双边市场; 定价策略

Abstract

With the rapid development of online shopping in China, the last mile problem of the logistics industry has been gradually revealed. The intelligent parcel lockers, represented by Hive-Box, not only provide solutions to the last mile problem, but also meet the needs of contactless delivery during COVID-19. However, the intelligent parcel lockers industry has been in the red for a long time due to the plight of ambiguous and single business model, high cost of dispensing, and low turnover rate of the lockers.

The paper made an in-depth analysis of the intelligent parcel lockers industry, found out the relationship between each participant in the market, and deeply explored its bilateral or even multilateral market characteristics. Secondly, the paper intends to apply the theory of bilateral (multilateral) market, setting the utility functions of different participants in the market based on the classic models. Through the analysis of elasticities on both sides of the market and cross-group externalities, the equilibrium results are calculated respectively under different circumstances. Then, the optimal pricing strategy is concluded and specific suggestions on the development of the industry are made.

Keywords: the intelligent parcel lockers, two-sided markets, pricing strategies

目录

第一章 绪论	7
1. 现实背景	7
2. 研究现状	9
3. 研究意义	9
4. 研究方法与框架	10
第二章 智能快递柜市场分析	11
1. 智能快递柜相关定义	11
2. 智能快递柜分类	11
3. 智能快递柜商业模式	12
4. 智能快递柜双边市场特性分析	13
第三章 模型建立与求解	14
1. 双边垄断型市场	15
2. 双边竞争型市场	19
3. 多边垄断型市场	22
第四章 案例分析	28
第五章 结论与不足	31
参考文献	32

第一章 绪论

1. 现实背景

随着我国移动互联网的不断发展以及居民可支配收入的增长，线上购物正逐渐成为中国网民不可或缺的消费途径之一。物流行业借助网购的流行迅猛发展。据国家统计局数据显示，2019年全国快递业务量达653亿件，快递业务收入达7498亿元。近三年来，绝大多数月度快递量的同比增长率大约稳定在20%以上，有时甚至能够超过30%。

2014—2019年中国快递行业业务量和业务收入走势
(亿件、亿元)

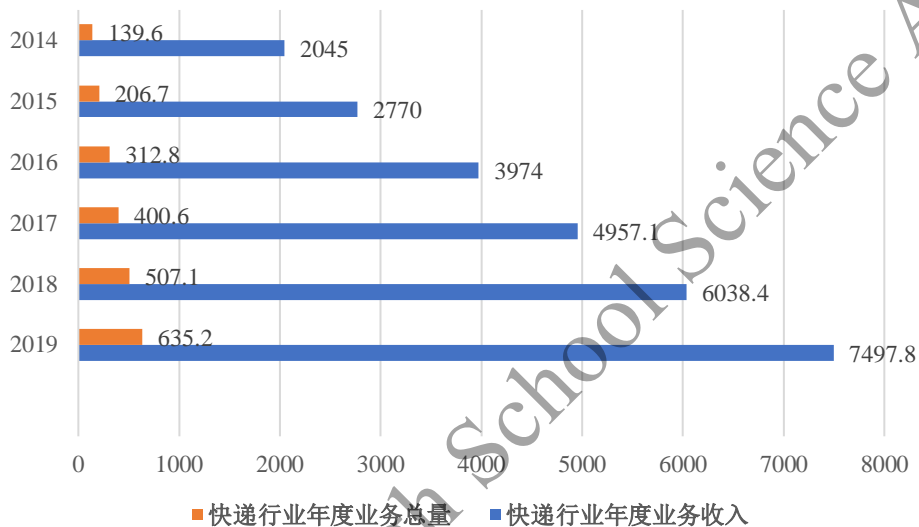


图1 2014—2019年中国快递行业业务量和业务收入走势

数据来源：国家邮政局、前瞻产业研究院

然而，快递行业的发展并非一帆风顺，而是面临着重重挑战。虽然快递行业的仓储、分拣、中转等物流环节已经运用了智能化科技手段，但“最后一公里”的配送主要还是依赖于人工操作。在快递单量剧增的情况下，快递员人手不足和快递员工作压力过大等问题渐渐凸显。同时，由于取货人位置不均，取货时间具有不确定性和不一致性等，快递员取件效率普遍较低，常有二次投递的情况出现。且最后一公里的成本也随着人工成本的增高而不断增高。

在这样的大背景下，智能快递柜面世。市面上大部分智能快递柜支持用户自助取件、寄件，支持快递员存放快件等。智能快递柜极大地方便了取件寄件等活动，丰富了用户体验、控制物流成本、提升物流效率。

自从智能快递柜投放之初，就有将社区O2O概念注入其中的设想，希望智能快递柜能作为构建社区O2O、打造全新生活方式的途径。在这个社区O2O的设想中，智能快递柜是一个可以连接、展示、交付的智能终端，囊括众多社区功能，做到近乎满足居民吃、住、娱乐所有需求的第三方平台，并催生其他增值服务。

社区O2O概念激发了外界的想象力：2015年前后众多物流平台及国家邮政纷纷投资并推出自己的智能快递柜；除此之外，中集电商、富友金融等第三方企业也纷纷入局。这些企业通过圈地的方式在全国各地布设网点，全力强占市场份额。

2014—2020年全国智能快递柜数量情况

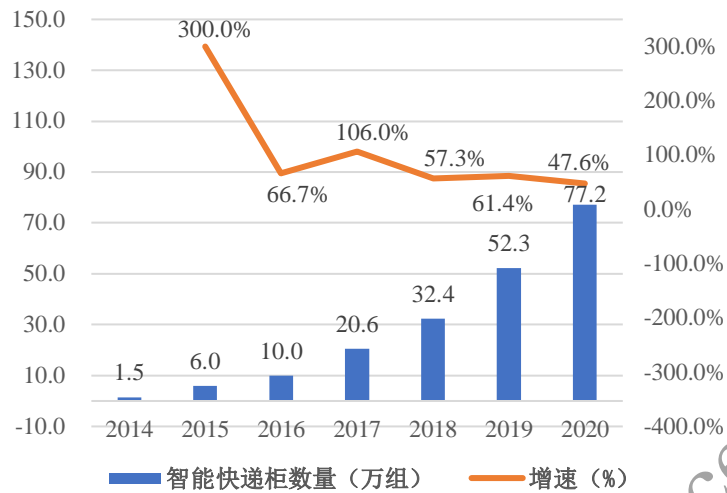


图2 2014-2020年全国智能快递柜数量情况

数据来源：国家邮政局、艾瑞咨询

2014—2020年全国快递入柜率情况

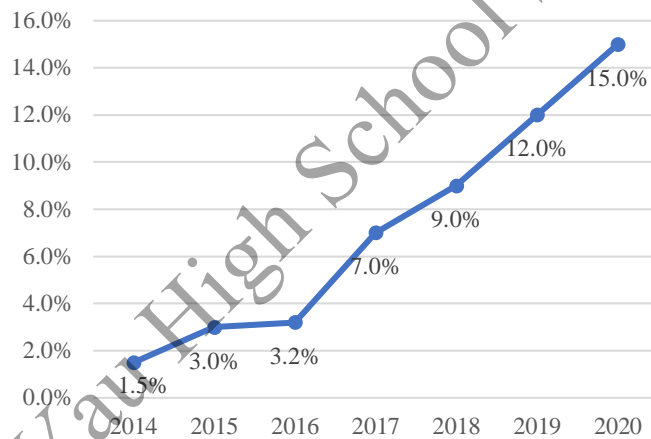


图3 2014-2020年全国快递入柜率情况

数据来源：国家邮政局、艾瑞咨询

然而，智能快递柜在其铺设前期所耗成本巨大，可边际成本的递减效应却并不明显。其前期的快速和繁荣发展建立在企业采用短期掠夺性定价的方法快速吸引用户使用的基础上，如丰巢快递柜在前期发展时采用的无时限免费存放的方法。上述方法虽在短期内为企业带来了大量的用户，却并非长久之计且连年亏损严重。智能快递柜在铺设网点时就已耗资巨大，探索如何精准切入社区更是需要大量资金支撑，社区 O2O 概念发展受阻，逐渐转冷。

2020年4月30日，丰巢推出会员制度。规定普通用户可在12小时内免费保管包裹，超时后0.5元/12小时，3元封顶。会员用户则可以享受不限保管次数、7天长时存放、寄件折扣等服务。掀起了不满甚至抵制的浪潮。随后，上海有数十个小区抵制丰巢出台的收费政策，宣布停用丰巢快递柜，与此同时，还有苏州、滁州、青岛、广州等外地省市的小区物业参与。从始至终智能快递柜行业一直在探索与尝试其可能的盈利模式，却至今没有合理的答案。

综上所述，智能快递柜行业盈利方式尚不明确，且面临着诸如投入成本大、回报周期慢、

箱柜周转率低等难题,长期来看不利于行业的健康发展。而现今关于智能快递柜行业的研究大多集中于其地点摆放、系统优化等问题,以及对于“智能快递柜该不该收费”的探讨,鲜少考虑智能快递柜市场的双边市场特性以及市场中各个参与主体对其价格结构的影响。因此,本文通过双边市场的理论视角,站在智能快递柜运营企业的角度对以快递员、收件人为两个参与主体的双边市场以及以快递员、收件人、广告商、商家为四个参与主体的多边市场的最优定价策略进行深入研究。通过建立数学模型和案例分析思考并解答:如现有的定价策略不满足利润最大化要求,怎样的定价策略才可以使智能快递柜利润最大化?智能快递柜未来的发展建议是什么?以期智能快递柜运营企业能早日制定规定且全面的定价策略、更长远的发展规划以帮助行业持续健康高效地发展。

2. 研究现状

2.1 智能快递柜研究现状

目前,在智能快递柜领域,国内外已有学者 Yael Deutsch, Boaz Colony (2018) 研究智能快递柜的摆放问题,以及 Deutsch, Y., & Golany, B., (2017)研究优化智能快递柜的大小、数目和摆放地点以提升取、寄件效率的问题。在研究智能快递柜盈利现状及盈利模式的文献中,黄正伟,刘欢,赵国莲,张瑞(2015)分析了智能快递柜成本和亏损情况;解亚宸和崔立新(2019),研究了动态定价在智能快递柜行业被采用的可能性。这些文献均将智能快递柜看作独立的个体来研究,并没有将其放在更大的环境即市场之中来看待,也并没有提出对于改善亏损状况的可量化具体措施。本文旨在立足于整个智能快递柜市场,利用双边市场理论,并结合市场不同参与主体的互动,为智能快递柜行业的发展增添新的视角并提出可量化的定价策略建议。

2.2 双边市场理论研究现状

近十年来,双边市场理论兴起。其主要研究的是生产生活中常见的一种“平台”企业。这种“平台”企业吸引双方(买房与卖方)或多方在其提供的市场中进行交易,互相影响。学术界目前还没有统一一个权威的,双边市场定义。对于双边这个概念,主流研究通常存在以下三种观点。

第一种是 Rochet 和 Tirole(2003,2006)以及我国学者黄民礼(2007)从平台价格结构视角下考虑并提出的“价格结构中性说”即假定平台企业向买方索取价格 P_B ,向卖方收取价格为 P_S ,平台向双方所收取的费用为 $P = P_B + P_S$ 不变时,如果总交易量随着一方价格水平即 P_B 或 P_S 的变化而变化时,这个市场就被称为双边市场。

随后, Mark Armstrong(2006)等人则进一步将“交叉网络外部性”考虑在定义的范围之内,并将其作为判定的充分条件。双边市场被定义为一种允许双方(或多方)交易的中间平台,并且一边用户接入平台的净效用随着另一边的用户的数量增加而增加。

Marc. Rysman 进一步阐释了双边市场必须符合的两个条件。一是,市场两边用户需要通过平台进行交易。二是,双方的决策会通过外部性对对方造成影响。

常见的对于双边市场理论的应用主要集中于在线外卖平台、在线视频播放平台和银行卡 POS 业务。目前还没有学者运用双边市场理论对智能快递柜行业进行研究,本文的研究也将扩展双边市场理论的应用。

3. 研究意义与创新点

3.1 与经济生活热点结合

智能快递柜将是未来快递行业发展的趋势,其巨大的商业前景(即作为社区 O2O 的入口,成为物联网的基础设施)受到市场及资本的关注和追捧。在全球新冠疫情大流行的背景

下，由人工主导的配送模式具有加剧疫情传播的风险，相比之下，智能快递柜则完全满足了国家“无接触配送”的倡导，被市场赋予了更多的期待、责任与使命。然而，智能快递柜市场却陷入了与“小黄车 OFO”、“滴滴打车”等相似的困境，即前期投入大量资金抢占市场，后期却缺乏可持续的定价策略及盈利模式。

本研究则紧扣双边市场理论，试图找出能使智能快递柜行业健康高效长久发展的盈利模式，并追踪智能快递柜行业的最新进展。

3.2 双边市场理论的应用及模型的拓展

双边市场理论及定价模型在国内外的研究已大致完备。但总体来说，研究更偏向于理论研究，注重其在实际行业应用的文献则更少，更不用说研究在双边市场理论视角下智能快递柜行业的定价策略。且国内有关双边市场的研究文献大多只考虑用户和广告商两方参与主体在平台的交互作用，研究平台仅在用户和广告商参与下的价格结构。由于智能快递柜行业的特殊性，同时有收件人、快递员、广告商及智能快递柜商城的商家四个参与主体在平台中互动。

本研究将注重于该理论及经典模型在智能快递柜行业的应用，考虑包含收件人、快递员、广告商及智能快递柜商城的商家四个参与主体下智能快递柜平台的最优定价策略，并分析平台在四个参与主体的参与下的不同价格组合下的均衡结果及利润水平。

3.3 预期成果具体可量化

智能快递柜行业虽已在国内外发展数年，理论研究仍多数为对其摆放位置的探讨，大部分研究人员及学者对有关于行业内部竞争以及定价策略的问题仍只是提出“应扩大规模”、“应事先征求消费者同意”的泛泛建议。

本研究在双边（多边）市场的理论视角下，得出有模型作为支撑的、智能快递柜行业最优定价策略及未来发展的较为可量化、具体化的建议。

4. 研究方法 with 框架

本研究首先梳理智能快递柜相关定义、分类，分析智能快递柜平台的商业模式，以及其双边市场特性。

随后参考 Armstrong(2006)，Rochet 和 Tirole(2006)所提出的双边市场基准模型，研究智能快递柜平台在仅考虑收件人及快递员两个参与主体，分别在垄断型市场和竞争型市场结构下的定价行为与均衡结果。

其次，本文将引入广告商与智能快递柜商城的商家等另外两个重要参与主体，构建“多边市场”模型，求解分析了“多边垄断型市场”下智能快递柜平台的定价行为和均衡结果。并且与引入之前进行比对，探究智能快递柜平台定价策略和均衡结果变化的原因。

最后，选择行业内代表企业进行案例分析。通过模型得出的定价策略及均衡结果解释行业内目前的定价策略和模式，给出最终结论，并提出有关后续发展的建议。



第二章 智能快递柜市场分析

1. 智能快递柜平台相关定义

随着智能快递柜运营企业的不断壮大与发展，智能快递柜平台向其用户所提供的服务由投递、取件，到设立智能快递柜商城等。本文主要研究智能快递柜平台与其四个主要参与主体、以及参与主体与参与主体之间的关系，相关定义如下。

1.1 智能快递柜

智能快递柜是可供用户自助领取及投寄快递的智能储物装置。它是快递业配送过程的一个配套设施，往往广泛设置在小区入口或者城市中方便市民抵达的位置。智能快递柜外观与电子行李储物柜相似，包含多个可以独立以电路控制上锁解锁的储物格。它也配有轻触式屏幕作为交互界面，并与互联网连接来进行身份验证、网上支付等功能，部分也配有非接触式智能卡的读卡器。快递员可以将派送的快件放置在智能快递柜内，收件人则可在智能快递柜认证其身份后，取出被保管的包裹。智能快递柜保护了收件人隐私，且有效避免了二次投递情况的出现。这种集中配送的方式也大大降低了快递行业的人力成本，从而实现了快递末端配送的创新和突破。

1.2 收件人

收件人在任意购物网站下单其购买的物品，需从智能快递柜中取出购买的物品。收件人在享受智能快递柜为其带来的便利时，投放快递至快递柜的快递员数量的增加会对其产生正面影响。且加入平台的收件人数量的增加也会对快递员、广告商及商家产生正面影响。

1.3 快递员

快递员可以选择将快递投放至智能快递柜中，按快递所需格子的大小支付 0.3 至 0.5 元不等。由于智能快递柜为快递员提供了巨大便利，愿意接受并使用智能快递柜的收件人数量的增加也会对快递员产生正面影响。

1.4 广告商

广告商通过在智能快递柜投放广告丰巢可以通过大屏滚动播放或是柜体广告等方式在智能快递柜平台上获益。愿意接受并使用智能快递柜的收件人数量的增加会增加看到广告并购买产品的用户的数量，对广告商有正面影响。

1.5 商家

在部分智能快递柜运营企业发展到一定程度时，会凭借快递柜与社区紧密联系的优势发展 O2O 电商平台，例如丰巢快递柜所设立的丰巢商城。这里的商家指借 O2O 电商平台即智能快递柜平台与收件人发生交易的个体。愿意接受并使用智能快递柜的收件人数量的增加会增加进入商城并购买商城中产品的用户的数量，对商家有正面影响。

2. 智能快递柜分类

在网络零售额逐年增加的今天，用户越来越看重快递末端配送服务体验，该体验也直接影响着用户对电商平台及快递公司的满意度。因此，各大快递公司、电商平台纷纷竞争末端配送市场，旨在末端配送环节实现创新与突破的同时，为其用户带来更好的服务体验并提升企业核心竞争力。

按照智能快递柜运营企业所属不同派系的不同，可将智能快递柜分为三个不同类型。

	智能快递柜平台
快递系	中邮速递易、丰巢科技
电商系	京东
第三方平台企业	江苏云贵、日日顺

表 1 智能快递柜派系分类

A. 快递系智能快递柜

a) 中邮速递易

2012 年 9 月，速递易在中国推出了“速递易”智能快递柜，后更名为“中邮速递易”。

b) 丰巢

2015 年 6 月，顺丰、申通、中通、韵达、普洛斯 5 家快递公司宣布投资 5 亿元成立丰巢科技。依靠着物流企业的优势和其在终端配送的便捷性，丰巢在短时间内遍布全国各大城市，以极快的速度发展了起来。

2016 年 10 月，市场上形成了以丰巢、速递易和创赢联盟三方为主的智能快递柜。2017 年 9 月，丰巢宣布收购快递柜企业中集 e 栈。

截至 2020 年 3 月 31 日，丰巢目前投入约 17.8 万个快递柜，柜机占比约 44%；中邮速递易占比约 25%。丰巢及中邮速递易为市场占有率最高的两大快递柜运营商企业。2020 年 5 月，中邮智递成为丰巢的全资子公司，收购速递易后，丰巢市场占有率达到 69%，是行业中的龙头企业。智能快递柜为这些企业带来了新盈利途径、产业链及业务模式的可能性。

B. 电商系智能快递柜

2012 年京东自营柜开始推广，但仅限于京东订单才可投放。2019 年 2 月 28 日，京东时隔 7 年后再次启用自营智能快递柜，首批快递柜已经完成投放，且将面向所有快递。第一批集中投放的智能快递柜主要集中在北京、上海、广州、深圳、成都等快递业务量集中的城市，投放数量预计达到 3000-5000 组。

电商系智能快递柜平台运营企业希望进一步增强客户体验，丰富物流业务体系，吸引粘性用户，占领市场。然而电商系智能快递柜投放量较少，宣传力度较小，并未达到目标也并未占据较高的市场份额。

C. 第三方平台企业快递柜

2015 年 5 月 13 日，日日顺推行“自助式”收货模式。在全国 100 多个城市的各大社区设置日日顺乐家智能快递柜，并开发了专门的客户端，缓解快递员的时间压力及小区物业压力

作为最早铺设智能快递柜的企业，第三方平台运营企业期望通过早期布局发力细分市场及局部市场，获得超额利润。然而经过几年的发展，也并未强占较高的市场份额。

3. 智能快递柜商业模式

3.1 智能快递柜业务模式

A. 收派件业务

智能快递柜作为快递末端配送环节的新尝试,其最基本的功能或业务即为将快递送至特定小区和写字楼下的智能快递柜中。随着此业务模式的发展,智能快递柜业务逐渐拓展至收派件业务,允许用户通过快递柜收件寄件,并收取服务费用。



图4 快递员送件及收件人收件流程图

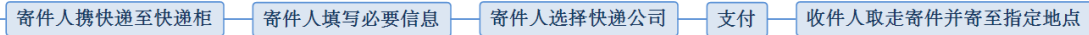


图5 用户寄件及快递员取寄件流程图

B. 广告业务

广告业务也是智能快递柜的一大重要收入来源。由于智能快递柜使用客户群体多为网购人群,更易对使用客户群体进行数据分析、精准定位,许多与某特定区域使用客户群体定位相匹配的广告商会选择在该区域投放广告。广告呈现方式有柜体广告、屏幕轮播广告、柜体有声宣传播报、公众号宣传等。

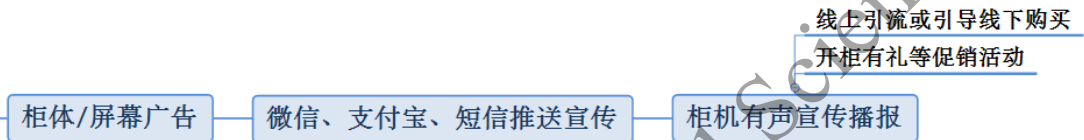


图6 广告业务模式

C. 社区 O2O 业务

智能快递柜期望通过其在社区布局的快递柜成为一个集社区电商、金融、医疗、汽车、家政等一系列社区服务的入口。社区 O2O 另一个理解就是 O2O 综合类电商,其电商属性决定了“流量”是推动其快速发展乃至盈利的一个重要因素。

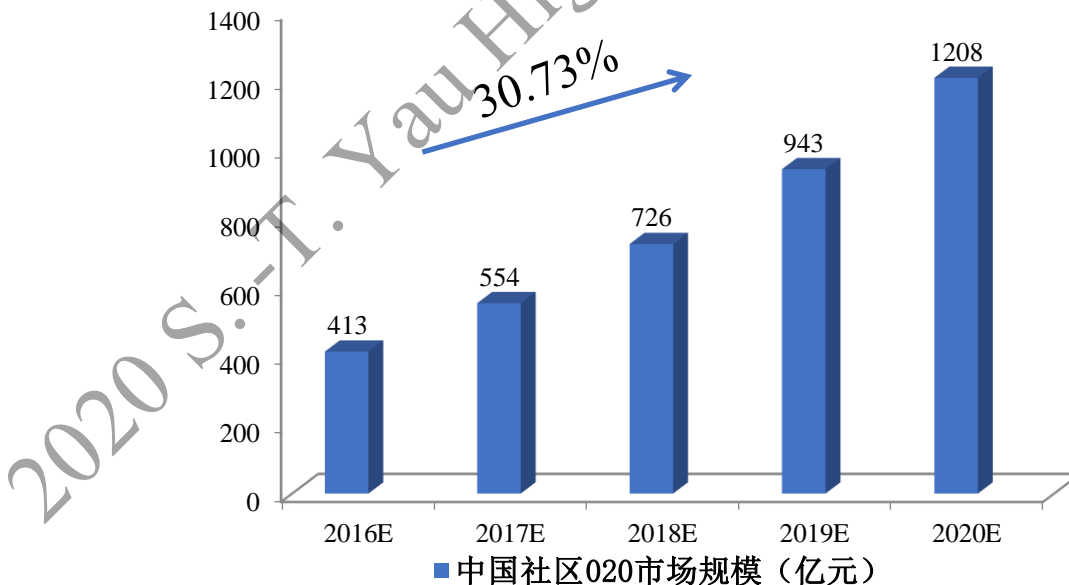


图7 中国社区 O2O 市场规模预测

数据来源: 中投顾问产业研究中心

4. 智能快递柜双边市场特性分析

4.1 需求互补性

作为解决快递末端短距离配送瓶颈的一种有效方案，智能快递柜将快递员投放的快递暂存在柜内，收件人凭借收到的短信提醒和取件码即可自助取件。其中智能快递柜向快递员提供暂存服务、向收件人提供取件服务，收件人与快递员的需求具有互补性，平台的需求来自于双方的共同需求。

快递柜解决了收件人与快递员的时间差异，避免了快递员二次投递、收件人二次取件的烦恼。且对快递员工作效率的提升、收件人的隐私保护都大有益处。

4.2 交叉网络外部性

由于两边市场的需求互补性与依赖性，快递员与收件人两边市场在平台上产生了互动。平台通过适当地从各方收取费用使双方保留在平台上。当越来越多的快递员选择投放至智能快递柜中，更多的收件人体会到了其带来的好处，也就更加倾向于使用智能快递柜；如越来越多的收件人愿意使用，也会吸引更多快递员选择这种提高效率、节省成本的方式。在此平台上，一方用户加入智能快递柜平台所获得的效用与收益取决于平台能否有效吸引另一方用户以及该方用户的数量与规模：收件人的效用随着快递员市场用户的增加而增加，反之亦然。智能快递柜平台中，双方市场存在正的交叉网络外部性。

4.3 价格非对称性

由于快递行业门槛低、成本低、以量取胜等原因，网购也为其“最后一公里”的重负埋下伏笔。智能快递柜提升了快递员的工作效率，快递员对于智能快递柜的需求也较为强烈。建立在交叉网络外部性的基础上，接受并愿意使用智能快递柜的收件人的数量的增加对快递员有着较强吸引力。智能快递柜虽为收件人在一定程度上解决了时间差异、隐私安全等问题，但在智能快递柜仍未出现前大部分收件人已积累了解决此类问题的经验，收件人对此平台的需求价格弹性相对较高，相较于快递员市场，收件人市场有着较强的交叉网络外部性。

根据双边市场偏斜定价原则(skewed pricing)，平台倾向于向交叉网络外部性较强的收件人市场制定低价，以期在吸引更多收件人接入后，由于交叉网络外部性的存在可以使得快递员市场用户人数增加、提升价格。当平台从快递员市场获得更多收益后，就会更加看重收件人市场，进一步降低价格至零价格甚至负价格。

除上述特性外，双边市场中，用户多归属（即用户同时接入多个平台）也是常见现象。智能快递柜市场中有丰巢、中邮速递易、菜鸟驿站、乐栈等多种平台可供用户选择。但由于一个社区或写字楼区域内通常只设有一种或两种平台，部分铺设面较广的平台（如丰巢、菜鸟驿站）在小范围内具有一定垄断能力。且在相同条件下不同快递公司的快递员会优先选择其公司合作的平台进行投放，针对每个快递，收件人与快递员应被认为是单归属行为。

第三章 模型建立与求解

模型的构建思路来源于 Armstrong M. (2006) 提出的对于双边市场竞争型平台定价的基准模型以及豪泰林差异产品竞争模型。

Armstrong M. (2006) 提出双边市场平台定价的基准模型，该模型解释了双边市场特性的平台不对称定价的机理，即平台往往会对产生较强网络正外部性、需求价格弹性大的用户设定较低的价格，甚至是零价格、负价格。这一经典模型为同具有双边市场特性的智能快递柜平台提供了定价思路。豪泰林差异产品竞争模型指出竞争条件下不同商店的横向差异度对

消费者有着重要影响，该模型为智能快递柜行业提供了在竞争型市场下的定价思路。

本章在参考上述经典模型的同时，将会首先构建平台在仅有收件人及快递员两个参与主体时，分别在垄断型市场及竞争型市场不同支付场景及运营模式下的定价模型。随后引入影响智能快递柜平台定价的其他两个因素，即广告商和智能快递柜商城中的商家，分析平台处于多边市场条件时，建立其分别在不同市场情况及不同定价组合下的定价模型。

1. 双边垄断型市场

1.1 基本假设

- 1) 智能快递柜市场中只存在一家垄断性智能快递柜平台运营企业。
- 2) 平台可以采取注册费、交易费两种定价模式 (Haigu,2009)。
- 3) 仅考虑快递员送件、收件人收件的情况。且默认所有收件人相比于送货上门，更倾向于使用智能快递柜。
- 4) 每个社区或写字楼配备的智能快递柜充分考虑了该区域消费者购买快递数量及快递员数量，设置足够多的格子使得快递员的直接网络外部性及人数增多为其带来的负面效应可以忽略不计，即智能快递柜格子数量不作为快递员效用评价的影响因素。

1.2 情况 1 (均收取注册费)

1.2.1 各参与主体效用函数及平台利润函数设定

A. 智能快递柜平台利润函数设定

智能快递柜平台向收件人 c 提供寄件取件服务，收取单位价格 P_c ，支出单位成本 f_c ，假定平台上收件人的数量为 n_c ；智能快递柜平台向快递员 d 提供投放快递及取寄件服务，收取单位价格 P_d ，支出单位成本 f_d ，假定平台上快递员的数量为 n_d 。则智能快递柜的利润函数为：

$$\rho = n_c (P_c - f_c) + n_d (P_d - f_d)$$

B. 收件人效用函数设定

选择将快递投放至智能快递柜中的快递员数量的增加可以使得更多的收件人体会到智能快递柜的好处 (如保护个人隐私等)，也更加倾向于日后使用智能快递柜。因此，接入平台的快递员数量的增加会带来收件人效用的增加。增加一单位快递员所增加的收件人效用表示为 α_c^d ，且 $\alpha_c^d > 0$ 。则收件人的效应函数为：

$$u_c = \alpha_c^d n_d - P_c$$

C. 快递员效用函数设定

当越来越多的收件人体会到智能快递柜为其带来的好处，愿意接入平台，更多快递员也会因此选择将快递投放至智能快递柜，效率提高且成本减少。因此，接入平台的收件人数量的增加会带来快递员效用的增加。增加一单位收件人所增加的快递员效用表示为 α_d^c ，且 $\alpha_d^c > 0$ 。则快递员的效用函数为：

$$u_d = \alpha_d^c n_c - P_d$$

1.2.2 模型分析求解

一般认为在双边市场中，一边用户从平台中得到效用的增加会吸引更多这一边用户的加入，即平台两边的用户数量是关于效用的单调递增函数(Armstrong,2006)。因此，在智能快递柜平台中，收件人数量及快递员数量可分别表示为：

$$n_c = f_c(u_c), \quad n_d = f_d(u_d)$$

收件人以及快递员的隐含价格：

$$P_c = a_c^d f_d(u_d) - u_c, \quad P_d = a_d^c f_c(u_c) - u_d$$

福利条件下平台的利润函数：

$$\rho(u_c, u_d) = f_c(u_c) [a_c^d f_d(u_d) - u_c - f_c] + f_d(u_d) [a_d^c f_c(u_c) - u_d - f_d]$$

假定收件人与快递员的消费者剩余为：

$$s_i(u_i), \quad i = c, d$$

根据包络定理，当 s_i 满足 $s_i'(u_i) \equiv \phi(u_i)$ 时，总福利可表示为：

$$w = \rho(u_c, u_d) + s_c(u_c) + s_d(u_d)$$

对上式求偏导可得：

$$u_c = (a_c^d + a_d^c) n_d - f_c, \quad u_d = (a_c^d + a_d^c) n_c - f_d$$

此为福利条件最大化下收件人与快递员的效用函数。

代入上式，平台分别向收件人与快递员收取的社会最优价格为：

$$P_c = f_c - a_d^c n_d, \quad P_d = f_d - a_c^d n_c$$

此时社会最优价格等于为另一边用户提供服务的成本减去它为另一边用户带来的外部效益。由于 α_c^d 、 α_c^c 均大于 0， P_c 、 P_d 分别小于 f_c 、 f_d ，即在社会最优条件下，智能快递柜平台向收件人及快递员收取的价格均应小于为他们提供服务的成本。

对（利润函数）效用求偏导得到收件人及快递员的利润最大化价格：

$$P_c = f_c - a_d^c n_d + \frac{f_c(u_c)}{f_c'(u_c)}$$

$$P_d = f_d - a_c^d n_c + \frac{f_d(u_d)}{f_d'(u_d)}$$

根据需求价格弹性公式，得到收件人及快递员的需求价格弹性：

$$h_c(P_c | n_d) = \frac{P_c f_c'(a_c^d n_d - P_c)}{f_c(a_c^d n_d - P_c)}$$

$$h_d(P_d | n_c) = \frac{P_d f_d'(a_d^c n_c - P_d)}{f_d(a_d^c n_c - P_d)}$$

代入得到:

$$\frac{P_c - (f_c - a_c^c n_d)}{P_c} = \frac{1}{h_c(P_c | n_d)}, \quad \frac{P_d - (f_d - a_c^d n_c)}{P_d} = \frac{1}{h_d(P_d | n_c)}$$

由结果可知, 在平台向收件人及快递员均收取注册费时, 对双方的定价取决于提供该服务的边际成本、外部效益以及与需求价格弹性相关的因素。易看出对收件人及快递员的定价均与边际成本成正相关, 与其产生的外部效益以及其需求价格弹性成负相关。

因此, 当智能快递柜一边用户需求价格弹性较大, 且一单位用户的增加会为另一边用户带来强外部效益时, 平台会对该边用户进行价格补贴。在智能快递柜市场中, 由于收件人具有较强的交叉网络外部性且收件人数量的增加会为快递员一方带来较强的外部效益, 智能快递柜运营企业通常会为其提供价格补贴 (即 $P_c < f_c$), 通常表现为免费为消费者提供取件服务。

1.3 情况 2 (均收取交易费)

1.3.1 各参与主体效用函数及平台利润函数设定

A. 各参与主体效用函数设定

假设单位收件人通过智能快递柜接触快递员的次数均匀分布在 $[0, t_c]$, 单位快递员通过智能快递柜接触收件人的次数均匀分布在 $[0, t_d]$ 。

根据期望效应函数理论, 平台 i 上收件人及快递员的效用函数:

$$u_c = a_c^d n_d - P_c' \frac{t_c}{2}; \quad u_d = a_d^c n_c - P_d' \frac{t_d}{2}$$

其中 P_c' 为单位收件人接触快递员时向平台支付的价格, P_d' 为单位快递员接触收件人时向平台支付的价格。

假定单位收件人接触快递员的概率为 λ_c , 单位快递员接触收件人的概率为 λ_d , 且 $\lambda_c, \lambda_d \in [0, 1]$ 。收件人与快递员发生真实交易的次数为 $\lambda_c n_c \frac{t_c}{2}$, 快递员与收件人发生真实交易的次数为 $\lambda_d n_d \frac{t_d}{2}$ 。

B. 平台利润函数设定

$$\rho = \lambda_c n_c \frac{t_c}{2} (P_c' - f_c) + \lambda_d n_d \frac{t_d}{2} (P_d' - f_d)$$

平台的利润函数为:

1.3.2 模型求解

当平台满足利润最大化时, $\frac{\partial \pi}{\partial u_c} = 0$, $\frac{\partial \pi}{\partial u_d} = 0$ 。此时均衡结果为:

$$P_c^t = f_c - \frac{2l_d}{l_c t_c} a_d^c n_d + \frac{f_c(u_c)}{f_c^l(u_c)} * \frac{2}{t_c}$$

$$P_d^t = f_d - \frac{2l_c}{l_d t_d} a_c^d n_c + \frac{f_d(u_d)}{f_d^l(u_d)} * \frac{2}{t_d}$$

由上述均衡结果可以看出，收件人均衡定价与单位收件人从所有被投放至智能快递柜的快递中找到自己的快递的概率呈正相关，与单位快递员从所有被投放至智能快递柜的快递中找到自己送的快递的概率呈负相关。快递员均衡定价与单位快递员从所有被投放至智能快递柜的快递中找到自己送的快递的概率呈正相关，与单位收件人从所有被投放至智能快递柜的快递中找到自己的快递的概率呈负相关。

1.4 情况3（对收件人收取注册费、对快递员收取交易费）

1.4.1 各参与主体效用函数及平台利润函数设定

A. 收件人效用函数设定

收件人效用函数与情况1不变，仍为：

$$u_c = a_d^c n_d - P_c$$

又由于 $n_d = \phi_d(u_d)$ ，收件人效用函数可表示为：

$$u_c = \alpha_d^c \phi_d(u_d) - P_c$$

B. 快递员效用函数设定

假设单位快递员通过智能快递柜接触收件人的次数均匀分布在 $[0, t_d]$ ， P_d^t 为单位快递员与收件人发生真实交易所需向平台支付的价格。依据期望函数理论，快递员的效用函数为：

$$u_d = a_d^c n_c - P_d^t \frac{t_d}{2}$$

又由于 $n_c = \phi_c(u_c)$ ，快递员的效用函数也可表示为：

$$u_d = \alpha_d^c \phi_c(u_c) - P_d^t \frac{t_d}{2}$$

假设单位快递员接触收件人的概率为 λ_d ， $\lambda_d \in [0, 1]$ 。快递员与收件人发生真实交易的次数为 $\lambda_d n_d \frac{t_d}{2}$ 。

C. 智能快递柜平台利润函数设定

与情况1类似，平台的利润函数为：

$$\pi = \phi_c(u_c)(P_c - f_c) + \lambda_d n_d \frac{t_d}{2} (P_d^t - f_d)$$

1.4.2 模型求解

当平台满足利润最大化时 $\frac{\partial \pi}{\partial u_c} = 0$, $\frac{\partial \pi}{\partial u_d} = 0$ 。此时均衡结果为:

$$P_c = \frac{\phi_c(u_c)}{\phi_c'(u_c)} - \lambda_d n_d \alpha_d^c + f_c$$

$$P_d^i = \frac{\phi_d(u_d)}{\phi_d'(u_d)} - \frac{2\alpha_c^d n_c}{\lambda_d t_d} + f_d$$

在平台对收件人收取注册费、对快递员收取交易费的情况下,收件人的均衡定价与快递员接触收件人的概率负相关;快递员的均衡定价与快递员接触收件人的概率正相关。

2. 双边竞争型市场

2.1 基本假设

- 1) 平台可以采取注册费、交易费两种定价模式 (Haigu,2009)。
- 2) 仅考虑快递员送件、收件人收件的情况。且默认所有收件人相比于送货上门,更倾向于使用智能快递柜。
- 3) 每个社区或写字楼配备的智能快递柜充分考虑了该区域消费者购买快递数量及快递员数量,设置足够多的格子使得快递员的直接网络外部性及人数增多为其带来的负面效应可以忽略不计,即智能快递柜格子数量不作为快递员效用评价的影响因素。

2.2 情况 1 (均收取注册费) 模型建立与求解

本模型的研究思路来源于豪泰林模型 Hotelling Model 及 Armstrong, Wright(2007)提出的研究框架。假设市场上智能快递柜市场有 A, B 两个平台 ($i = A, B$) 且分别位于 Hotelling 线性市场 $[0,1]$ 的两端。

2.2.1 收件人及快递员效用函数及平台利润函数设定

平台 i 均向收件人 c 提供寄件取件服务,收取单位价格 P_c^i , 支出单位成本 f_c^i , 假定平台 i 上收件人的数量为 n_c^i ; 向快递员 d 提供投放快递及取寄件服务,收取单位价格 P_d^i , 支出单位成本 f_d^i , 假定平台 i 上快递员的数量为 n_d^i 。

收件人及快递员 c, d 的效用函数分别为: $u_c^i = \alpha_c^d n_d^i - P_c^i; u_d^i = \alpha_d^c n_c^i - P_d^i (i = A, B)$

智能快递柜平台的利润函数为: $\rho^i = n_c^i (P_c^i - f_c^i) + n_d^i (P_d^i - f_d^i)$

2.2.2 模型求解

依据豪泰林模型，平台 i 上收件人数量 n_c^i 可表示为 $n_c^A = \frac{1}{2} + \frac{u_c^A - u_c^B}{2v_c}$ ；平台 i 上

快递员数量 n_d^i 可表示为： $n_d^A = \frac{1}{2} + \frac{u_d^A - u_d^B}{2v_d}$ 。且根据豪泰林模型中的推导条件，

$n_c^A + n_c^B = 1$ 且 $n_d^A + n_d^B = 1$ ， n_c^B 及 n_d^B 也同样可得。

将效用函数代入利润函数，结合推导条件，平台的市场份额为：

$$n_c^A = \frac{1}{2} + \frac{a_c^d(2n_d^A - 1) - (P_c^A - P_c^B)}{2v_c}, \quad n_d^A = \frac{1}{2} + \frac{a_d^c(2n_c^A - 1) - (P_d^A - P_d^B)}{2v_d}$$

假设平台 A 与平台 B 分别收取价格 (p_c^A, p_d^A) 与 (p_c^B, p_d^B) ，将上式联立可得：

$$n_c^A = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} * \frac{a_c^d(P_d^B - P_d^A) + v_d(P_c^B - P_c^A)}{v_c v_d - a_c^d a_d^c}$$

$$n_d^A = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} * \frac{a_d^c(P_c^B - P_c^A) + v_c(P_d^B - P_d^A)}{v_c v_d - a_c^d a_d^c}$$

在利润最大化时， $\frac{\partial \pi^A}{\partial P_c^A} = 0, \frac{\partial \pi^A}{\partial P_d^A} = 0, \frac{\partial \pi^B}{\partial P_c^B} = 0, \frac{\partial \pi^B}{\partial P_d^B} = 0$ ，解得均衡结果为：

$$P_c^* = P_c^A = P_c^B = f_c^A + v_c - a_d^c$$

$$P_d^* = P_d^A = P_d^B = f_d^A + v_d - a_c^d$$

将均衡结果代入利润函数，得到利润最大化下的利润函数：

$$\rho^* = \rho^A = \rho^B = \frac{v_c + v_d - a_c^d - a_d^c}{2}$$

从均衡价格公式中可以看出，当且仅当成本 (f_c^i, f_d^i) 足够小（竞争压力大）或该边用户为另一边用户带来的外部效益足够大时，平台会选择向该边用户收取零价格甚至是负价格（补贴）。

2.3 Scenario 2（均收取交易费）模型建立与求解

本模型的研究思路来源于豪泰林模型 Hotelling Model 及 Armstrong, Wright(2007)提出的研究框架。假设市场上智能快递柜市场有 A, B 两个平台 ($i = A, B$) 且分别位于 Hotelling 线性市场 $[0, 1]$ 的两端。

2.3.1 收件人及快递员效用函数及平台利润函数设定

平台 i 均向收件人 c 提供寄件取件服务，收取单位交易费 P_c^i ，支出单位成本 f_c^i ，假定平台 i 上收件人的数量为 n_c^i ；向快递员 d 提供投放快递及取寄件服务，收取单位价格 P_d^i ，支出单位成本 f_d^i ，假定平台 i 上快递员的数量为 n_d^i 。

假设单位收件人接触快递员的次数均匀分布在 $[0, t_c]$ ，单位快递员接触收件人的次数均匀分布在 $[0, t_d]$ 。

平台 i 上收件人的效用函数为：

$$u_c^i = a_c^d n_d^i - P_c^i \frac{t_c}{2}$$

平台 i 上快递员的效用函数为：

$$u_d^i = a_d^c n_c^i - P_d^i \frac{t_d}{2}$$

其中单位收件人接触快递员的概率为 λ_c ，单位快递员接触收件人的概率为 λ_d ，且 $\lambda_c, \lambda_d \in [0, 1]$ 。收件人与快递员发生真实交易的次数为 $\lambda_c n_c^i \frac{t_c}{2}$ ，快递员与收件人发生真实交易的次数为 $\lambda_d n_d^i \frac{t_d}{2}$ 。平台 i 的利润函数为：

$$\rho^i = \lambda_c n_c^i \frac{t_c}{2} (P_c^i - f_c^i) + \lambda_d n_d^i \frac{t_d}{2} (P_d^i - f_d^i)$$

2.3.2 模型求解

依据豪泰林模型，平台 i 上收件人数量 n_c^i 可表示为 $n_c^A = \frac{1}{2} + \frac{u_c^A - u_c^B}{2v_c}$ ；平台 i 上快

递员数量 n_d^i 可表示为： $n_d^A = \frac{1}{2} + \frac{u_d^A - u_d^B}{2v_d}$ 。且根据豪泰林模型中的推导条件，

$n_c^A + n_c^B = 1$ 且 $n_d^A + n_d^B = 1$ ， n_c^B 及 n_d^B 也同样可得。

将 n_c^i 与 n_d^i 代入收件人及快递员效用函数，得到：

$$n_c^A = \frac{1}{2} + \frac{2a_c^d (2n_d^A - 1) - t_c (P_c^{IA} - P_c^{IB})}{4v_c}$$

$$n_d^A = \frac{1}{2} + \frac{2a_d^c (2n_c^A - 1) - t_d (P_d^{IA} - P_d^{IB})}{4v_d}$$

联立方程组解得：

$$n_c^A = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} * \frac{a_c^d t_d (P_d^{tA} - P_d^{tB}) + v_d t_c (P_c^{tA} - P_c^{tB})}{2(a_c^d a_d^c - v_c v_d)}$$

$$n_d^A = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} * \frac{a_d^c t_c (P_c^{tA} - P_c^{tB}) + v_c t_d (P_d^{tA} - P_d^{tB})}{2(a_c^d a_d^c - v_c v_d)}$$

又因为

$$n_c^A + n_c^B = 1; \quad n_d^A + n_d^B = 1$$

所以 n_c^B 与 n_d^B 同样可得：

$$n_c^B = 1 - n_c^A; \quad n_d^B = 1 - n_d^A$$

将关于 n_c^i 与 n_d^i 的方程代入利润函数。当利润函数满足利润最大化一阶条件，即

$$\frac{\partial \pi^A}{\partial P_c^{tA}} = 0, \frac{\partial \pi^A}{\partial P_d^{tA}} = 0; \quad \frac{\partial \pi^B}{\partial P_c^{tB}} = 0, \frac{\partial \pi^B}{\partial P_d^{tB}} = 0 \text{ 时，解得收件人及快递员的均衡定价为：}$$

$$P_c^i = P_c^{tA} = P_c^{tB} = f_c^A + \frac{2}{t_c} v_c - \frac{2}{l_c} \frac{t_d}{t_c} * a_d^c$$

$$P_d^i = P_d^{tA} = P_d^{tB} = f_d^A + \frac{2}{t_d} v_d - \frac{2}{l_d} \frac{t_c}{t_d} * a_c^d$$

将均衡定价代入关于 n_c^i 与 n_d^i 的方程，解得：

$$n_c^A = n_c^B = \frac{1}{2}$$

$$n_d^A = n_d^B = \frac{1}{2}$$

将均衡定价代入平台 i 的利润函数，解得：

$$p^* = p^A = p^B = \frac{v_c + v_d}{2} (l_c l_d) - \frac{1}{2} (l_c a_c^d + l_d a_d^c)$$

通过上述结果可以看出，对于快递员的定价与其接触到收件人并完成交易的概率正相关；对于用户的定价与其接触到快递员并完成交易的概率正相关。智能快递柜平台的利润随着平台的横向差异度的增大而增加，与收件人和快递员的交叉网络外部效益呈反比。交叉网络外部性的存在，一定程度上让市场上的竞争更加激烈，对于智能快递柜平台的利润造成了负面影响。

3. 多边垄断型市场

除了上一节所提到的收件人及快递员外,智能快递柜行业还有其他两个会对平台价格结构及定价策略产生影响的参与主体,即广告商与商家。

智能快递柜庞大的用户规模使得其可以向广告商收取广告投放费用。智能快递柜在柜体及屏幕设立的广告位使得收件人可以在每次收件时对投放的广告给予关注,使得广告商预期的推广效果得到满足。广告商通常会分析不同社区或写字楼的用户偏好,选择用户偏好与产品匹配度较高的地区的智能快递柜投放广告。智能快递柜平台则会根据广告投放的位置、广告播放时间长短及形式向广告商收取不同价格。

而在部分智能快递柜平台发展较为成熟时,会凭借其在社区与收件人紧密接触的优势发展 O2O 电商平台,例如丰巢智能快递柜所设立的丰巢商城。这里的商家指的是借 O2O 电商平台即智能快递柜平台与收件人发生交易的个体。

本节在上节双边市场的模型基础上引入了广告商和智能快递柜商城的商家,构建了“多边垄断型市场”条件下平台处于不同支付场景的定价模型。此时,模型变为用户-快递员-广告商-商家-智能快递柜平台模型。

3.1 基本假设

- 1) 智能快递柜市场中只存在一家垄断性智能快递柜平台运营企业。
- 2) 平台注册费与交易费两种定价模式 (Haigu,2009)。
- 3) 仅考虑快递员送件、收件人收件的情况。且默认所有收件人相比于送货上门,更倾向于使用智能快递柜。
- 4) 每个社区或写字楼配备的智能快递柜充分考虑了该区域消费者购买快递数量及快递员数量,设置足够多的格子使得快递员的直接网络外部性及人数增多为其带来的负面效应可以忽略不计,即智能快递柜格子数量不作为快递员效用评价的影响因素。由于市场中新增两个参与主体,智能快递柜平台的定价组合增至 16 种:

	收件人	快递员	广告商	商家
情况一	注册费	注册费	注册费	注册费
情况二	注册费	注册费	注册费	交易费
情况三	注册费	注册费	交易费	注册费
情况四	注册费	注册费	交易费	交易费
情况五	注册费	交易费	注册费	注册费
情况六	注册费	交易费	注册费	交易费
情况七	注册费	交易费	交易费	注册费
情况八	注册费	交易费	交易费	交易费
情况九	交易费	注册费	注册费	注册费
情况十	交易费	注册费	注册费	交易费
情况十一	交易费	注册费	交易费	注册费
情况十二	交易费	注册费	交易费	交易费
情况十三	交易费	交易费	注册费	注册费
情况十四	交易费	交易费	注册费	交易费
情况十五	交易费	交易费	交易费	注册费
情况十六	交易费	交易费	交易费	交易费

表 2 智能快递柜平台定价组合

本节将挑选情况一、情况七与情况十六建立模型,求解并分析。

3.2 情况一模型建立

3.2.1 各参与主体效用函数及平台利润函数设定

A. 智能快递柜平台利润函数设定

智能快递柜平台向收件人 c 提供取件服务,收取单位价格 P_c ,服务导致支出单位成

本 f_c ，假定平台上收件人的数量为 n_c ；智能快递柜平台向快递员 d 提供投放快递服务，收取单位价格 P_d ，支出单位成本 f_d ，假定平台上快递员的数量为 n_d ；假设单位广告商在智能快递柜平台投放一单位的广告，平台向其收取 P_a ，单位成本为 f_a ，垄断平台中的广告商数量为 n_a ；假设单位商家在平台上获得收件人信息，平台向其收取 P_e ，支出成本为 f_e ，假设接入平台的数量为 n_e ；当假定 P_c 、 P_d 、 P_a 、 P_e 有注册费与交易费两种定价模式时智能快递柜平台的利润函数为：

$$\rho = n_c(P_c - f_c) + n_d(P_d - f_d) + n_a(P_a - f_a) + n_e(P_e - f_e)$$

B. 广告商效用函数设定

广告商在智能快递柜平台上购买空间用以投放广告，那么广告商的效用虽接入和智能快递柜平台的收件人数量增多而增多，随着单位广告空间的价格 P_a 的增加而减少。为了简化模型，我们仅考虑广告商为单归属的情形， a_a^c 表示的是增加一单位收件人带来的广告商效用的增加，且 $a_a^c > 0$ 。则智能快递柜平台中广告商的效用函数为：

$$u_a = a_a^c n_c - P_a$$

C. 收件人效用函数设定

引入广告商后，由于收件人对于广告的感受不同，我们将用户分为两类分别为广告厌恶型和广告中性型(Gantman, Shy, 2007)。对于广告厌恶型收件人，他们在智能快递柜平台中的效用与投放广告的数量成反比，和平台中的快递员数量呈正比，和平台中的商家数量呈正比。

广告厌恶型收件人的效用函数为：

$$u_{ch} = a_c^d n_d + a_c^e n_e - a_c^a n_a - P_c$$

其中， a_c^d 、 $(-a_c^a)$ 和 a_c^e 分别代表快递员、广告商和商家对于收件人的“交叉网络外部性系数”，且 $a_c^d, a_c^e > 0$ ， $(-a_c^a) < 0$ 。

对于广告中性型收件人来说，他们的效用和广告的数量无关，与接入平台的快递员数量正相关，与支付的价格负相关。

广告中性型收件人的效用函数为：

$$u_{cm} = a_c^d n_d + a_c^e n_e - P_c$$

D. 快递员效用函数设定

快递员效用函数与上一节的设定无差异，仍为：

$$u_d = a_d^c n_c - P_d$$

E. 商家效用函数设定

商家的效用与平台中收件人的数量 n_c 正相关，与要支付给平台的费用 P_e 负相关，效用函数为： $u_e = a_e^c n_c - P_e$

3.2.2 模型求解

广告收件人的可接受价格必然不会高于广告中性型收件人，通过现有的手段也很难区分出广告厌恶型收件人和广告中性型收件人，所以平台在制定价格策略时，为了简单和有效考虑，仅考虑广告厌恶型收件人的效用函数。

代入：

$$n_i = \phi_i(u_i), i = c, d, e, a$$

代入各参与主体的效用函数，平台的利润函数为：

$$\rho = f_c(u_c)[a_c^d f_d(u_d) - a_c^a f_a(u_a) + a_c^e f_e(u_e) - u_c - f_c] + f_d(u_d)[a_d^c f_c(u_c) - u_d - f_d] + f_a(u_a)[a_a^c f_c(u_c) - u_a - f_a] + f_e(u_e)[a_e^c f_c(u_c) - u_e - f_e]$$

当平台满足利润最大化时，即满足 $\frac{\partial \pi}{\partial u_c} = 0$, $\frac{\partial \pi}{\partial u_d} = 0$, $\frac{\partial \pi}{\partial u_e} = 0$, $\frac{\partial \pi}{\partial u_a} = 0$ 时，均

衡解为：

$$P_c = f_c + \frac{f_c(u_c)}{f_c'(u_c)} - (a_d^c n_d + a_a^c n_a + a_e^c n_e)$$

$$P_d = f_d + \frac{f_d(u_d)}{f_d'(u_d)} + a_c^d n_c$$

$$P_a = f_a + \frac{f_a(u_a)}{f_a'(u_a)} + a_c^a n_c$$

$$P_e = f_e + \frac{f_e(u_e)}{f_e'(u_e)} - a_c^e n_c$$

从上述结果可以看出，收件人的定价与收件人分别对快递员、广告商和商家的三方产生的外部效益负相关，与平台中的收件人的数量正相关。快递员的定价会随着其对收件人施加的外部效益的增加而降低，随着快递员的边际成本的增加而升高。广告商的定价和其对收件人施加的负向外外部效益正相关，并与其数量正相关。商家的定价会随着其对于用户产生的外部效益的增加而降低，随着其边际成本的升高而升高。这与上一章的分析中的垄断型市场中的智能快递柜平台为了满足利润最大化而对收件人和快递员采取的定价策略相同，即某一边用户对另一边用户产生的正外部效益会压低平台对其的定价，反之，产生的负外部效益会提升这边用户的定价。

3.3 情况十六模型建立

3.3.1 各参与主体效用函数及平台利润函数设定

A. 广告商效用函数设定

假设单位广告商投放的广告与收件人接触的次数均匀分布在 $[0, t_a]$ ，其中单位收件人单次接触广告，广告商需向平台支付的价格为 P_a^t 。

依据期望效用函数理论，平台 i 上广告商的效用函数为：

$$u_a = a_a^c n_c - \frac{t_a}{2} P_a^t$$

B. 收件人效用函数设定

假设单位收件人接触快递员的次数均匀分布在 $[0, t_c]$ ，其中单位收件人接触快递员需向平台支付的价格为 P_c^t 。

依据期望效用函数理论，平台 i 上收件人的效用函数为：

$$u_c = a_c^d n_d - P_c^t \frac{t_c}{2}$$

C. 快递员效用函数设定

假设单位快递员接触收件人的次数均匀分布在 $[0, t_d]$ ，其中快递员接触收件人需向平台支付的价格为 P_d^t 。

依据期望效用函数理论，平台 i 上快递员的效用函数为：

$$u_d = a_d^c n_c - \frac{t_d}{2} P_d^t$$

D. 商家效用函数设定

假设单位商家接触收件人的次数均匀分布在 $[0, t_e]$ ，其中单次接触收件人需向平台支付的价格为 P_e^t 。

依据期望效用函数理论，平台 i 上商家的效用函数为：

$$u_e = a_e^c n_c - \frac{t_e}{2} P_e^t$$

E. 智能快递柜平台利润函数设定

假设单位收件人接触到带着自己快递的快递员的概率为 λ_c ，收件人找到自己快递的次数（即真实交易次数）为 $\lambda_c n_c \frac{t_c}{2}$ 。假设单位快递员接触到收件人的概率为 λ_d ，快递员找到自己送的快递的次数（即真实交易次数）为 $\lambda_d n_d \frac{t_d}{2}$ 。假设单位商家被收件人选定为

偏好店铺并下单的概率为 λ_e ，双方真实交易次数为 $\lambda_e n_e \frac{t_e}{2}$ 。假设单位广告商被收件人看到的概率为 λ_a ，广告商被收件人看到的次数为 $\lambda_a n_a \frac{t_a}{2}$ 。

因此，平台的利润函数为：

$$\rho = l_c n_c \frac{t_c}{2} (P_c^t - f_c) + l_d n_d \frac{t_d}{2} (P_d^t - f_d) + l_a n_a \frac{t_a}{2} (P_a^t - f_a) + l_e n_e \frac{t_e}{2} (P_e^t - f_e)$$

3.3.2 模型求解

代入以下至个参与主体的效用函数：

$$n_i = \phi_i(u_i), i = c, d, e, a$$

在代入效用函数后，平台的利润函数可表示为：

$$\pi = \lambda_c \phi_c(u_c) \frac{t_c}{2} \left(\frac{2}{t_c} (\alpha_c^c \phi_c(u_c) - u_c) - f_c \right) + \lambda_d \phi_d(u_d) \frac{t_d}{2} \left(\frac{2}{t_d} (\alpha_d^d \phi_d(u_d) - u_d) - f_d \right) + \lambda_e \phi_e(u_e) \frac{t_e}{2} \left(\frac{2}{t_e} (\alpha_e^e \phi_e(u_e) - u_e) - f_e \right) + \lambda_a \phi_a(u_a) \frac{t_a}{2} \left(\frac{2}{t_a} (\alpha_a^a \phi_a(u_a) - u_a) - f_a \right)$$

当平台满足利润最大化时，即满足 $\frac{\partial \pi}{\partial u_c} = 0$ ， $\frac{\partial \pi}{\partial u_d} = 0$ ， $\frac{\partial \pi}{\partial u_e} = 0$ ， $\frac{\partial \pi}{\partial u_a} = 0$ 时，均衡

结果为：

$$P_c = f_c + \frac{2}{t_c} * \frac{f_c(u_c)}{f_c'(u_c)} - \frac{2}{t_c l_c} (l_d a_d^c n_d + l_a a_a^c n_a + l_e a_e^c n_e)$$

$$P_d = f_d + \frac{2}{t_d} * \frac{f_d(u_d)}{f_d'(u_d)} - \frac{2}{t_d l_d} l_c a_c^d n_c$$

$$P_a = f_a + \frac{2}{t_a} * \frac{f_a(u_a)}{f_a'(u_a)} + \frac{2}{t_a l_a} l_c a_c^a n_c$$

$$P_e = f_e + \frac{2}{t_e} * \frac{f_e(u_e)}{f_e'(u_e)} - \frac{2}{t_e l_e} l_c a_c^e n_e$$

由以上的均衡结果可以看出，收件人的均衡定价和其接触广告的概率、快递员通过智能快递柜接触到目标收件人并完成交易的概率负相关，与其通过智能快递柜接触到目标快递员并完成交易的概率正相关。快递员的定价与其通过智能快递柜接触到目标收件人并完成交易的概率正相关，与收件人通过平台接触到目标快递员并完成交易的概率负相关。广告商的定价和广告被收件人接触的概率负相关。平台对于商家的定价与收件人与商家接触并完成交易的概率正相关。

4. 本章小结

本章的研究结论总结归纳如下：

1. 在双边和多边市场的构造下，智能快递柜平台对用户效用影响的横向差异度都和平台对于用户的定价和竞争平台的利润正相关。因此，智能快递柜应尽可能提升其横向差异度，尽力实现差异化经营。差异化可能体现在市场分类、品牌塑造、用户细

- 分或者是服务品质的改进。
2. 对比多边市场与双边市场下智能快递柜平台对收件人的定价均衡结果，平台在多边市场下对收件人的定价比在双边市场下低，主要由于平台中的收件人会对广告商及商家产生正的外部效益。收件人对广告商及商家产生的外部效益越高，接触广告的概率越高，平台对收件人的定价则越低。
 3. 无论是在双边市场还是多边市场条件下，收件人和快递员两边用户产生的交叉网络外部效益都加剧了平台间的竞争，降低了竞争平台的均衡利润。

第四章 案例分析

本章将选取智能快递柜行业中最具代表性的企业，深入探讨上一章通过建立模型所得到的理论结论在实际情况中应用的可能性。由于智能快递柜行业仍处于发展初期，相关数据全面性及权威性不足，使实证研究的开展变得极为困难。本章希望通过此种与现实结合度更高的方式，对理论结论进行进一步的验证与完善。

4.1 案例选取

2019年，丰巢智能快递柜就曾因疑似“诱导用户消费”而饱受争议。有用户反映在快递柜取件时会自动弹出赞赏页面，需支付1元方能取货。

2020年，丰巢再次试图推出收费服务。4月30日，丰巢宣布采取超时收费及会员制度，此次二次收费始末引发了广泛的关注与讨论，更多研究开始探讨智能快递柜的盈利模式，以及“智能快递柜能否二次收费”等问题。

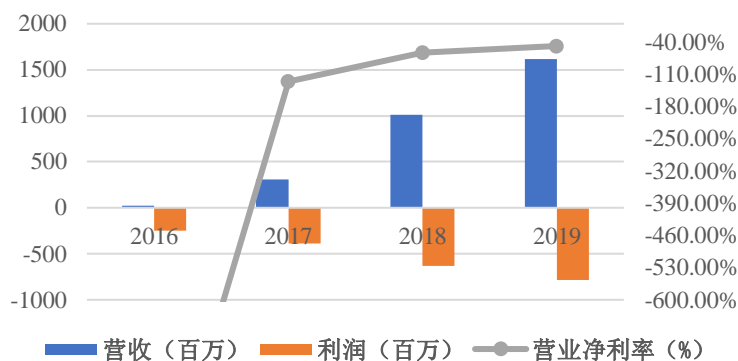
2020年5月5日，顺丰控股发布一条公告，称参股公司丰巢拟通过发行新股定向并购的方式收购速递易。顺丰表示此举是为了做大做强智能快递柜主业，整合行业优质资源，快速强占最后一公里的优势区位。收购后二者约占市场份额的70%。

丰巢二次收费风波将其缺乏可持续盈利模式的问题暴露于公众，而丰巢作为整个行业的龙头企业，其遇到的难题在智能快递柜行业中也具有代表性。故本章选取丰巢作为案例研究对象，深入分析丰巢的定价策略及理论结论的可应用性，并与其他智能快递柜平台进行对比得出整个行业的定价策略建议及未来发展建议。

4.2 案例现状分析

自2015年6月顺丰、申通、中通等公司联合宣布投资丰巢科技，投放丰巢智能快递柜后，丰巢就在全中国范围内迅速扩张。短短一年，丰巢就已投放2万组智能快递柜，丰巢的估值随之而增高。2017年1月丰巢完成A轮融资25亿元，估值55亿元；2018年丰巢完成B轮融资20.7亿元，估值90亿元。可伴随着丰巢的快速发展与高涨的身价的是丰巢的盈利问题。公开数据显示，不到五年丰巢亏损已超20亿元。

丰巢盈利能力分析



由上图可知，2016至2019年，丰巢在营收逐年增加的同时，亏损也逐年增多。丰巢虽刚成立不久，短期内缺乏良好的盈利能力实属正常。但从营业净利率来看，虽呈上升态势但其增长速度也逐渐放缓，预计短期内无法超过-40%。

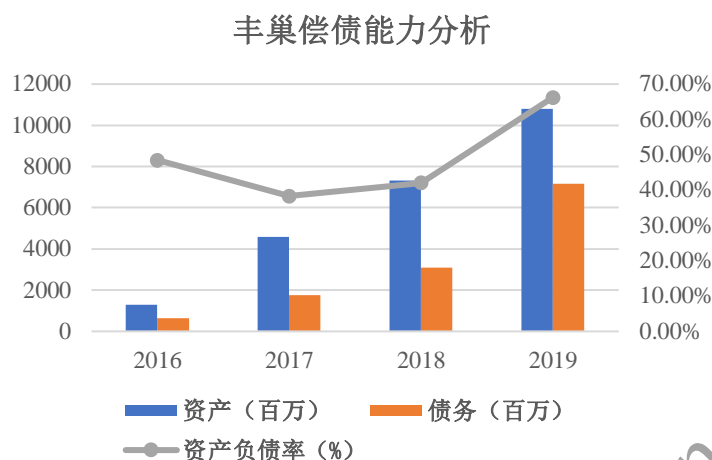


图9 丰巢盈利能力分析

数据来源：丰巢公司年报

由上图可知，2016至2019年，丰巢在资产逐年增加的同时，债务也逐年增多且呈快速上升趋势。其资产负债率在2017年、2018年有短暂好转后，又在2019年飙升至66.22%。丰巢2019年高于60%资产负债率说明其偿债能力弱，如丰巢继续保持此态势，极易导致融资困难，陷入资金周转困境。

4.3 案例现今定价策略分析

在发展初期，丰巢为收件人提供免费无限时的收件服务以吸引更多用户接入平台，而向快递员按照柜型尺寸的大小收取0.35至0.45元不等。在积累一定用户数量接入平台后，丰巢开始探索收件人的会员费用与超时费用、广告柜体投放业务，以及与O2O概念相关的增值服务以获得盈利。收件人的会员费用与超时费用、快递员的代存费用、广告费用及与O2O概念相关的增值服务费用共同构成了丰巢智能快递柜的价格结构及主要收入来源。丰巢目前的定价策略如下：

4.3.1 基于交叉网络外部性的交叉补贴策略

丰巢智能快递柜前期为收件人提供免费的收件服务以吸引足够数量的收件人接受并愿意使用丰巢智能快递柜取件。建立在智能快递柜平台收件人产生的正网络外部性基础上，吸引广告商、商家等会因单位收件人增加而产生外部效益的参与主体接入平台并支付价格。通过对广告商及商家收取的高价格补贴收件人。该非中性的价格结构旨在确保其用户规模的不断扩大，并为丰巢在智能快递柜行业竞争中增添了优势，且形成了良性循环，即平台中收件人规模的不断扩大带来广告商及商家数量的增加（平台收入的增加），而平台即可上线更多高质量的产品和服务再次吸引更多用户的加入。

4.3.2 提供差异化服务的定价策略

丰巢智能快递柜的另一个定价策略在于为收件人、快递员及广告商均提供了差异化服务。2020年4月30日，丰巢正式推出会员制度，为普通用户、月卡用户及季卡用户提供不同的服务（服务内容包括免费保管用户包裹、超时费用、收件次数、长时存放天数等）。

	收费标准
普通用户	可免费保管用户包裹 12 小时（后延长至 18 小时） 超时后，每 12 小时收取 0.5 元，3 元封顶
月卡会员	5 元/月，不限保管次数，当月任意收件 每件可享 7 天长时存放，有效时长 30 天
季卡会员	12 元/3 个月，不限保管次数 7 天长时存放，有效时长 90 天

注：法定年节假日不计费

表 3 丰巢会员制度收费标准

数据来源：作者根据丰巢发布的公告整理而得

该定价策略在一定程度上实现了成本在用户群体之间的转移，即会员制度帮助丰巢智能快递柜平台有效划分了免费用户与付费用户。免费用户可以为平台带来流量及交叉网络外部性，而付费用户在上述基础上还可承担一部分平台的收入来源。且用户不同的支付意愿与偏好在此策略中得到了满足。

除此以外，丰巢也对快递员和广告商提供了差异化服务。快递员需依据快递的大小向平台支付不同的价格，而广告商也需依据广告投放的位置、广告播放时长、广告类型等向平台支付不同的价格。该策略在满足快递员与广告商不同的需求与偏好之余，也为平台增加了营收。

4.3.3 小结

丰巢智能快递柜采取的定价策略与前一章通过模型建立的结论基本相似。前一章模型得出丰巢智能快递柜对收件人的定价与收件人对广告商及商家产生的正网络外部性相关，且网络外部性越高，平台就越倾向于对收件人实行低价补贴。对丰巢的案例验证了该结论。同时，也补充了在平台发展到一定程度时，平台会细分用户为其提供差异化服务，收取不同服务价格。如丰巢选择对其原来实行低价补贴的收件人提供普通会员服务、月卡会员服务及季卡会员服务。

4.4 案例发展建议

4.4.1 继续保持并寻求扩大用户规模及平台因流量获得的收入

当前智能快递柜市场还有较大的发展空间。由图 1 可以看出我国快递行业业务量呈快速增长趋势。根据《国家邮政局公布 2020 年上半年邮政行业运行情况》，上半年全国包裹量为 338.3 亿件。而如今全国大约 42 万组的智能快递柜显然无法满足未来的市场需求，智能快递柜在未来还有很大发展空间。由于智能快递柜平台的双边市场特性，需要继续保持并寻求扩大其用户规模以保证平台仍能通过广告商及商家获得营收。且应尽量免费提供最基础的收件服务给收件人，不断升级用户体验使得用户保留在平台中。

4.4.2 提升平台横向差异度

前一章的结论得出在双边和多边市场的构造下，平台对用户效用影响的横向差异度都和平台对于用户的定价和竞争平台的利润正相关。

横向差异度可以体现于智能快递柜对其用户的进一步细分（如加强对不同社区用户人群的分析以便广告商可以精准接触到潜在客户）、市场分类、以及用户体验的改进（包括但不限于全新的交互页面设计等）。此外，丰巢智能快递柜商城作为与其他智能快递柜平台的不同之处，加强丰巢商城的建设与推广也应是丰巢的发展方向之一。

第五章 结论与不足

1. 结论

1.1 智能快递柜市场具有双边市场特性，本文所研究的四个参与主体（快递员、收件人、广告商及商家）之间具有很强的交叉网络外部性作用。通过模型可以看出，平台基于不同参与主体之间交叉网络性作用的基础上对不同用户设立不同的定价策略。该非中性的价格结构也是智能快递柜平台双边市场特性的重要一环。

1.2 通过模型可以得出，竞争型智能快递柜平台应尽量提高其相对于其他平台的横向差异度。且收件人和快递员两方用户的交叉网络外部效益降低了平台的均衡利润。

3. 由于收件人对快递员、广告商及商家产生的外部效益，平台开始会倾向于向收件人收取零价格甚至负价格。然而随着平台的进一步发展以及对各方用户的不断细分，将会不断倾向于筛选出付费用户及免费用户，以扩大平台的盈利途径。

2. 不足

2.1 然而由于智能快递柜平台市场尚未发展成熟，本文部分章节缺乏更多的数据的支持，还需关注智能快递柜市场未来的发展并进一步检验。

2.2 智能快递柜平台仍涉及除本文提及以外的其他参与主体，本研究也并没有完整讨论全部市场情形及全部定价组合下的模型均衡结果。且在当前的法律法规下，某些改进可能处于法治规范的灰色区域，难以用模型衡量。

2.3 在建立模型中并未考虑到相比于将快递送至智能快递柜，更倾向于送货上门的用户效用；也未考虑收件人寄件、快递员取寄件对平台价格结构及定价策略的 yingxl.

2.4 基于智能快递柜平台的社交也可能是智能快递柜运营企业未来的重要发展方向。本文并未深入研究在智能快递柜市场中，直接网络外部性效应对平台定价策略及利润水平的影响。对该直接网络外部性进行进一步的评估，深入研究其对用户行为的影响有助于指导后续智能快递柜行业的发展。

参考文献

- [1]解亚宸,崔立新.智能快递柜的动态定价研究[J].物流技术,2019,38(10):114-119.
- [2]崔亚茹.双边市场理论下外卖 O2O 平台定价策略研究[J].市场周刊,2019(05):53-55+86.
- [3] Yael Deutsch,Boaz Golany. A parcel locker network as a solution to the logistics last mile problem[J]. Taylor & Francis,2018,56(1-2).
- [4]黄正伟,刘欢,赵国莲,张瑞.基于 SWOT 分析的智能快递投递箱发展研究[J].物流技术,2015,34(21):1-3.
- [5]左康秀.双边市场视角下在线音乐平台的定价模式研究[D].浙江财经大学,2015.
- [6]吴汉洪,孟剑.双边市场理论与应用述评[J].中国人民大学学报,2014,28(02):149-156.
- [7]陈芳.基于双边市场理论的电子商务 B2B 平台定价策略研究[D].宁波大学,2014.
- [8] Mark Armstrong. Competition in two-sided markets[J]. Blackwell Publishing Ltd,2006,37(3).
- [9]朱振中,吕廷杰.双边市场经济学研究的进展[J].经济问题探索,2005(07):125-129.
- [10] Jean-Charles Rochet, Jean Tirole. Platform Competition in Two-sided Markets[J]. MIT Press,2003,1(4).
- [11]耿磊.打车 APP 平台定价策略分析[D].暨南大学,2015.
- [12]张晶蓉,王振肖,曾小红,曹沙沙.基于作业成本法的智能快递柜成本核算——以郑州大学为例[J].中国市场,2018(19):161-164.
- [13]MBA 智库:智能快递柜[EB/OL]
<https://www.mbalib.com/s?q=%E6%99%BA%E8%83%BD%E5%BF%AB%E9%80%92%E6%9F%9C>
- [14]中邮拟入股丰巢,快递柜市场或将提速发展[EB/OL]
<http://feng.ifeng.com/c/7wEQR3qBW1x>, 2020-05-05
- [15]中华人民共和国统计局.中国统计年鉴[M].北京:中国统计出版社,2013

2020 S.-T. Yau High School Science Award