

doi:10.19920/j.cnki.jmsc.2024.08.002

科创平台服务供应链定价策略^①

——平台“烧钱”还是引流联盟?

谢家平^{1,2}, 张广思^{2,1*}, 胡强^{3,1}, 梁玲^{4,2}, 孔令丞^{5,2}

(1. 上海财经大学商学院, 上海 200433; 2. 新疆财经大学工商管理学院(MBA学院), 乌鲁木齐 830012; 3. 上海财经大学浙江学院, 金华 321013; 4. 上海对外经贸大学工商管理学院, 上海 201620; 5. 华东理工大学商学院, 上海 200237)

摘要: 创新驱动发展时代背景下,如何借助平台供应链盘活社会资源为创新提供资源共享的配套服务,以市场化运作实现科创资源的有效利用,对于科创平台和经济社会的意义重大. 科创平台上科创资源提供者的配套服务水平高低不但影响其创新产出而且也影响加入平台的用户数量. 本研究结合中国科创的现实情境,考虑科研用户对平台上资源提供者配套服务质量存在偏好的情景,运用博弈决策思想研究科创平台的定价决策,进而在普通定价策略基础上重点拓展研究平台补贴和引流联盟两种策略,基于平台双边用户的供给和需求特点的现实情境揭示不同成本类型的科创平台利润最大化策略. 研究发现三种策略下单位运营成本在一定范围内平台向资源提供者支付佣金返点,且佣金返点随用户质量偏好的增加而增加,最优补贴金额、引流数量也随之增加;比较三种策略,平台服务收费在平台补贴策略下最低,在引流联盟策略下最高,这两种策略均能在一定条件下为平台带来更高收益;不同成本类型的科创平台在市场中高质量资源提供者占比不同的情形下,应选择不同定价策略才有利于平台利润最大化. 此外,考虑创新风险性特点后,需要更高的质量偏好才能实现科创平台利润的大幅度增长.

关键词: 科创平台; 平台供应链; 平台补贴; 企业联盟; 引流策略

中图分类号: F272 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2024)08-0023-23

0 引言

面对美欧发达国家对我国科技的持续打压,核心技术的缺失已成为中国企业应对全球经济变局的“瓶颈”,掣肘着中国经济高质量发展目标的实现. 着眼于长远发展,为鼓励企业、高校、科研院所及政府共同解决核心技术创新问题,突破中国在新材料、集成电路、航空发动机和人工智能等核心技术领域实现颠覆性创新. 2017年十九大报告中明确指出“深化科技体制改革,建立以企业为主体、市场为导向、产学研深度融合的技术创新体

系,加强对中小企业创新的支持,促进科技成果转化”. 同时提出要“优化存量资源配置,扩大优质增量供给,实现供需动态平衡”. 随后,2019年中央发文要求完善科技创新资源配置方式,加强科技成果转化中试基地建设,加快推进应用技术类科研院所市场化、企业化发展,健全要素市场化交易平台,健全科技成果交易平台,支持各类所有制企业参与要素交易平台建设,同时提出要完善由市场决定的要素价格机制. 2022年中共中央提出要充分发挥市场在资源配置中的决定性作用,要通过市场需求引导创新资源有效配置、促进创新

① 收稿日期: 2022-04-19; 修订日期: 2023-04-17.

基金项目: 国家社会科学基金资助项目(20&ZD060); 新疆维吾尔自治区自然科学基金资助项目(2022D01B119); 新疆维吾尔自治区普通高校人文社科重点研究基地资助项目(XJEDU2022P072).

通讯作者: 张广思(1987—),女,河南焦作人,博士,讲师. Email: zhang_guangsi@163.com

要素有序流动和合理配置,要推动交易平台优化升级,深化资源交易平台的整合共享,全面提升消费服务质量.党的二十大报告也指出要加快建设科技强国,实现高水平科技自立自强,强化实施创新驱动发展战略,统筹推进科技创新中心,以高水平科技创新塑造发展新动能新优势.调查发现科创中心的重要组织载体是依托国家实验室、高校、科研院所、科创设施集群等有序搭建的、以大科学装置和中试场景为基础的科创服务平台(以下简称科创平台).科创平台就是通过整合各类创新科技资源对接供需双边用户,为全社会科技创新活动提供资源共享、研发协作、专利成果转化的平台型创新组织.平台同时扮演了“连接者、匹配者、机制设计者”三重角色,也是集聚国家科技创新资源、服务并连接科学研究与技术转化等创新活动的服务中介组织^[1].可见,加快科创平台建设成为重大战略需求,又是市场机制助推创新策源的有效措施,以形成具有全球竞争力的开放创新生态.

随着数字技术和平台的不断发展,创新生态中的合作主体通过平台能够进行资源整合^[2],这对创新效果具有至关重要的作用^[3],平台企业、资源提供方等合作主体重要性逐渐显现,平台与供应链结合形成平台供应链(platform supply chain, PSC)正成为发展主流,因此链结这些主体的平台供应链越来越重要.目前,学术界主要聚焦于在线销售、租赁等电商的平台供应链,而关于科技创新领域的共享服务平台供应链的研究极少.科创平台并非只是撮合交易服务,更是进行技术创新、专利转化等设备共享共用的创新平台,这与电商平台撮合匹配交易达成不同.科创平台发展形成平台生态圈,平台上多主体合作协同实现价值共创^[4],开放创新与竞争合作共同影响了技术创新的发生机制^[5],这与传统企业自主创新不同.科创平台链结匹配创新主体,引领多主体直接交互与协同创新^[1],这与嵌入在中心辐射型关系网络中的网络型企业不同^[6].科创平台利用信息技术进行全方位合作管理,实现与双边用户的业务协同^[7],各主体相互协同共创价值^[8].科创平台供应链对创新资源的配置能够起到至关重要的作用,创新资源提供者、平台企业和科研用户等创新主体通过科创平台供应链能够有效实现资源的

合理配置.其中,平台作为中介连接两边用户并帮助其进行互动,网络外部性这一平台的基本特征,分为同边网络外部性和跨边网络外部性^[9].其中,同边网络外部性表示平台一边的用户效用会受到同边参与群体规模大小的影响,由此可产生正效应或负效应,例如游戏平台的玩家数量越多就越能为单个玩家带来更高的效用,但卖家数量越多却可能因为竞争关系给单个卖家带来负效用^[10];而跨边网络外部性则表示每边用户加入平台的效用都取决于另一边用户加入平台的规模,通常表现为正效应^[11, 12].实践中,跨边网络效应能够帮助科创平台的双边用户快速解决供需匹配问题,是影响平台另一端用户效用的重要因素.

由于科技创新具有创造性、风险性、收益性和系统性的特点,技术指导、培训和代研发操作等配套服务对科研用户的创新效果会产生一定影响,因此可将现实中资源提供者简单分为两类:一类是除科创资源外能够进行知识传递提供高水平配套服务(高质量)的资源提供者^[13],例如高校和研究机构等;另一类是在科创资源基础上只提供维持其正常使用的常规水平配套服务(低质量)的资源提供者,例如设备生产厂商等.为吸引更多高质量资源提供者加入平台,现实中科创平台往往采取两种运作模式:补贴或引流.例如,以产业转化需求为导向的上海市石墨烯产业技术功能型平台为以石墨烯为关键材料的产品提供中试、检测等服务,加速科技成果的产业转化,并对优质资源提供者进行补贴鼓励其进入平台.再如,为打造科技创新策源地建设的长三角 G60 科创走廊,作为长三角一体化发展国家战略的重要科创大平台,以区域科创资源聚集为目的,将长三角区域内的生物医药、智能制造等 3.6 万个高新技术企业和 1 300 家孵化器众创空间的优质科技资源引入平台,实现了长三角区域九城科创资源的开放共享.

科创平台以向资源提供者和科研用户等创新主体提供科技资源共享服务为主要目的,鉴于服务内容及其运营成本差异较大,可依据单位运营成本高低将科创平台分为三种类型^[14]:1)单位运营成本较高的科创平台,即着眼国家战略需求,围绕人工智能、先进制造等前沿领域,着力突破产业共性关键技术,重点解决产业化过程中关键核心技术“卡脖子”问题的科技研发类平台.例如集聚国

家实验室和光子大科学装置等的上海张江综合性国家科学中心,通过共享上海同步辐射光源、国家蛋白质科学研究等高质量科学装置为我国的关键技术创新提供利器;2)单位运营成本适中的科创平台,即鼓励企业联合高等院校和科研院所共建,为企业提供技术定制、检验、中试熟化等测试活动的大规模场景,重点解决技术与市场脱节问题的科技成果转化类平台。例如上海市临港“滴水湖AI创新港”,通过打造牵引关键核心技术攻关和产品迭代重要作用的应用场景,助力智能芯片、自动驾驶等需要场景测试领域的科技成果转化;3)单位运营成本相对较低的科创平台,即促进科技资源集聚,鼓励高校、科研机构等共享科研设备仪器、知识、信息等科创资源,打破创新资源“孤岛”现状提高科创资源利用效率的科技资源共享类平台。例如集聚各类科创资源并搭建共享桥梁的创智空间共享服务平台,对接高校实验室的设备资源共享服务,在更大范围、更广领域和更高层次上实现资源的高效配置和共享利用。

随着越来越多科研用户开始注重配套服务质量水平,其是否加入平台在一定程度上会受到平台上配套服务质量水平的影响。如何更好地激励科创资源提供者和科研用户积极加入平台、通过市场化运作实现科创平台利润最大化是科创平台供应链可持续运营的重要问题;同时,科研用户对平台上配套服务质量水平存在偏好的情况下,不同成本类型的科创平台如何进行最优策略的选择值得探讨。

与本研究相关文献主要有以下几个方面:有关平台市场化运营决策的研究主要集中在平台双边定价方面,即平台通过制定双边收费策略来实现利润最大化,其最优收费不是由需求弹性或边际成本决定的,而是与用户加入平台时的期望紧密相关^[11],具体可分为价格策略和非价格策略。价格策略下平台在网络化市场中通过向双边合理收费实现平台收益最大^[15, 16],Zhang等^[17]指出固定的佣金返点合同更有利于提升平台上的产品质量;在双边平台定价的基础上还可利用补贴策略吸引其中一边用户加入平台以增强两边用户的规模效应,最终实现平台收益最大^[18]。近年来有关平台非价格策略方面的研究逐渐增多,Parker等^[10]及Dou和Wu^[19]均提出可利用“拉动策略”

下的搭载方式来增加用户流量;Feng等^[20]研究了通过引流和技术搭载来拓展焦点消费市场实现平台利润最大化;Chellappa和Mukherjee^[21]提出通过预告策略来扩大平台的潜在用户数量;Wang和Hui^[22]则提出可通过技术并购提高平台竞争力从而实现收益的增加。目前有关平台定价的研究主要集中于电商、租车等一般性平台^[23, 24],而关于运营成本差异较大的科创平台定价策略研究鲜有涉及,另外非价格策略主要研究如何扩大需求端规模,对于扩大供给端规模的非价格策略研究较少。

产品质量和服务水平对平台经济的影响也逐渐被学者关注,平台上提供者的质量水平能够影响平台收益^[25]。为分析质量水平对平台利润的影响可将供应商简单分为好或者差两类,且面对低质量需求和高质量需求应制定相应的参与量门槛、增值服务和平台匹配能力的定价决策来实现平台利润最大化^[26]。Huang等^[27]提出补贴高质量提供者能够提高他们加入平台的积极性,同时可以提高平台的平均质量水平,以此吸引更多消费端用户加入平台,为平台带来更高利润。但已有研究对于考虑质量偏好下实现平台利润最大化的不同策略适用范围并未进行详细分析,且对科创平台而言,有关科创资源提供者的配套服务质量水平是否会影响平台收益的结论尚不明确。

越来越多的学者意识到平台企业、资源提供方等合作主体进行联系的重要性^[28],随着供应链向供应链生态转型,平台供应链的思想应运而生,其网络化特征能帮助合作主体实现价值共创^[29]。Bhargava^[30]研究指出平台模式的选择是实现平台供应链中各合作主体利润最大化的关键;梁开荣和李登峰^[31]给出了平台供应链合作主体间选择竞合模式的情境及分销策略的影响。已有研究多从供应链模式选择、分销策略和金融模式等方面展开研究,关于科技领域的多主体合作创新过程中资源共享的具体实现路径较少涉及。借鉴已有文献围绕科创平台展开平台供应链的研究,所谓科创平台供应链是以科创平台为核心,集聚国家科技创新资源、服务并连接科学研究与技术转化等创新活动的服务组织,为企业、高校、科研院所和政府等合作创新主体提供服务,打通了网络化

合作渠道^[32],实现技术创新和成果转移转化. 科创平台供应链兼具平台链结、多主体协同共创、供需两端网络效应、平台服务与定价等复杂多样性特征^[9],相比管道型供应链更具竞争力优势^[4]. 科创平台供应链弯曲甚至打碎既往单向流动的价值链,直接连接上下游用户群体,减少了传统供应链结点的纵向链状长度而节约交易成本^[7],促进价值共创与收益共享^[33]. 谢家平等^[14]分析了科创平台的网络特征、运行治理与发展策略;孔令丞等^[34]通过梳理创新网络规模、网络关系和网络氛围三个维度对区域创新能力的作用效果及影响机理,分析了科创平台为区域创新能力带来的影响. 已有研究多从定性角度对科创平台供应链的运作机理、绩效等方面进行分析,采用优化模型研究科创平台服务供应链定价策略的成果相对缺乏.

与已有研究相比,本研究贡献在于:1) 创新性从平台供应链视角考查科创平台的双边市场定价,并结合科创平台特有属性重点揭示了平台跨边网络外部性效应,进一步验证了网络效应的强弱程度对科创平台的双边定价策略有着十分重要的影响;2) 根据中国科创平台的现实情景,面对科研用户对平台上配套服务质量水平存在偏好的情形下,在传统平台定价策略基础上结合科创平台特有属性,首次刻画了平台补贴和引流联盟两种定价策略;3) 结合目前科创平台的运营特征对比分析了三种定价策略的适用性,并提出了不同成本类型的科创平台面对不同情境的最优策略,为科创平台成为更好地支撑中国自主创新的驱动力探索了更多有效路径,为中国科创平台的发展策略提供理论依据和实践参考.

1 研究问题描述与基本假设

结合课题组对上海科创平台现实情境的调研,本研究考虑具有跨边网络效应的科创平台向资源提供者和科研用户提供创新资源共享服务,科创平台向科研用户一次性收取加入平台的服务费 p ,同时为吸引科创资源提供者加入平台向其支付佣金返点 w . 为便于分析,假设平台上每位资源提供者仅提供一单位科创资源,每位科研用户仅享受一单位科创

资源的服务,具体定价结构模式如图 1 所示.

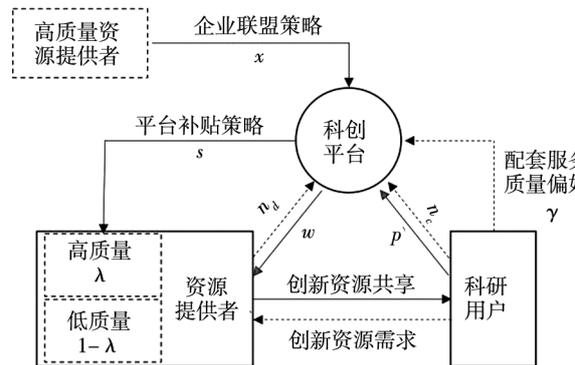


图 1 科创平台定价模式结构图

Fig. 1 Structure of the pricing model

如前文所述,潜在供给端中存在两类科创资源提供者,一类提供者在提供科创资源的同时还能提供具有知识共享特征的技术指导、培训或研发操作等配套服务;另一类提供者则在提供科创资源的同时仅能提供维护资源正常使用的基本配套服务. 本研究将前者称为高质量提供者,其提供的配套服务水平用 q_h 表示;将后者称为低质量提供者,其提供的配套服务水平用 q_l 表示,而且高质量提供者比低质量提供者为用户带来的质量提升贡献更大. 同时,本研究假设潜在供给端中高质量提供者占比为 $\lambda, \lambda \in (0, 1)$, 则低质量提供者占比为 $1 - \lambda$. 因为对技术研发高效性的需要,科研用户对科创平台上科创资源提供者总体的配套服务质量水平有所偏好,平台上配套服务质量水平越高,则科研用户越倾向于加入该科创平台.

本研究首先构建普通定价策略,在此基础上参考上海石墨烯平台的补贴策略和 G60 科创走廊的联盟引流思想刻画平台补贴和引流联盟两种策略,讨论不同成本类型的科创平台在提供者配套服务质量水平异质下最优策略的选择. 1) 普通定价策略 (ordinarily strategy, OS): 科创平台不区分高低质量提供者,决策科研用户端上平台的最优定价 p 和供给端佣金返点 w 实现平台利润最大化;2) 平台补贴策略 (subsidy strategy, SS): 平台通过“烧钱”向高质量提供者一次性给予金额为 s 的补贴,通过佣金返点 + 补贴策略,吸引更多的高质量提供者加入科创平台,提升平台上配套服务质量水平;3) 引流联盟策略 (alliance strategy, AS): 科创平台通过与合作企业联盟,培育并引流 x 个高质量提供者加入

平台,增加平台高质量提供者数量,以实现平台利润最大化的目标。

针对科研用户对平台上配套服务质量水平偏好情况下,基于平台双边用户的供给和需求特点,探究不同类型科创平台采取何种策略才能够实现平台利润最大化。模型决策顺序如图 2 所示,模型参数符号、决策变量与相关函数如表 1 所示。

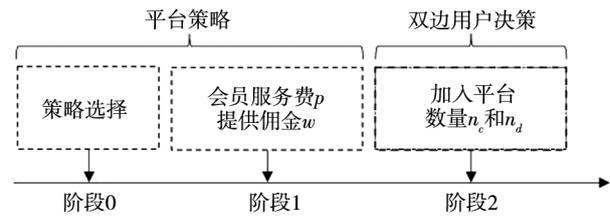


图 2 决策顺序图

Fig. 2 Sequence of the main decision

表 1 模型符号及含义

Table 1 Model symbols and meanings

类型	符号	含义	符号	含义
参数	ρ	实施引流联盟策略的单位努力成本系数	$q_{h(l)}$	高(低)质量提供者的配套服务质量水平
	θ_c	科研用户加入平台的保留效用	q	平台上提供者的总体服务质量水平
	$f_{dh(l)}$	高(低)质量提供者加入平台的努力成本	c_{pv}	平台运营的单位变动成本
	α_c	科研用户的跨边网络外部性系数	α_d	资源提供者的跨边网络外部性系数
	λ	潜在供给端中高质量资源提供者占比	γ	科研用户对平台配套服务质量水平偏好系数
决策变量	p	平台向科研用户收取的一次性服务费	s	平台向高质量提供者支付的一次性补贴金额
	w	平台向科创资源提供者支付的佣金返点	x	引流高质量提供者至平台的数量
函数	U_c	科研用户加入平台获得的效用	n_c	选择加入平台的科研用户数量
	$U_{dh(l)}$	高(低)质量提供者加入平台获得的效用	n_d	选择加入平台的科创资源提供者数量
	π_p	科创平台的利润	$n_{dh(l)}$	选择加入平台的高(低)质量提供者数量

为聚焦分析关键变量的影响并简化建模的复杂性,不失一般性的基本设定如下

1) 资源提供者加入平台的努力成本 $f_{dh(l)}$ 、科研用户的保留效用 θ_c 服从 $[0, 1]$ 均匀分布;

2) 根据 Huang 等^[27]和 Hagiü^[35]的研究,平台能够观察到每位提供者的配套服务质量水平,但科研用户仅能观察到潜在供给端高质量提供者的占比为 λ ;

3) 根据 Huang 等^[27]的研究,以低质量提供者配套服务水平为基点 ($q_l = 0$),高质量提供者配套服务水平 $q_h > 0$,平台上总体配套服务质量水平即为 $q = q_h n_{dh} + q_l n_{dl} = q_h n_{dh}$;

4) 根据 Dou 和 Wu^[19]的研究,针对补贴提供者情景,可设定 $\alpha_c > \alpha_d$ 。

2 普通定价策略(OS)的基础模型

基础定价模型为普通定价策略(ordinarily strategy, OS)。潜在供给端中存在高质量资源提供者和低质量资源提供者,高质量资源提供者加入平台获得的效用为 $U_{dh}^0 = \alpha_d n_c^0 + w - f_{dh}$,低质量资源提供者加入平台获得的效用为 $U_{dl}^0 = \alpha_d n_c^0 +$

$w - f_{dl}$,当 $U_{dh}^0 \geq 0$,即 $f_{dh} \leq \alpha_d n_c^0 + w$,高质量资源提供者加入平台支付的努力成本小于临界值 $\tilde{f}_{dh}^0 = \alpha_d n_c^0 + w$ 时,高质量提供者会选择加入平台;同理,低质量资源提供者加入平台支付的努力成本小于临界值 $\tilde{f}_{dl}^0 = \alpha_d n_c^0 + w$ 时,低质量提供者会选择加入平台。由于 $f_{dh(l)}$ 在 $[0, 1]$ 上服从均匀分布,且潜在供给端中高质量提供者占比为 λ ,不妨将潜在资源提供者数量归一化为 1,则高质量和低质量提供者愿意加入平台的数量函数可分别表示为 $n_{dh}^0 = \lambda \int_0^{\tilde{f}_{dh}^0} d(f_{dh}) = \lambda \tilde{f}_{dh}^0 = \lambda(\alpha_d n_c^0 + w)$ 和 $n_{dl}^0 = (1 - \lambda) \int_0^{\tilde{f}_{dl}^0} d(f_{dl}) = (1 - \lambda) \tilde{f}_{dl}^0 = (1 - \lambda)(\alpha_d n_c^0 + w)$,由此得出愿意加入平台的资源提供者总数量 $n_d^0 = n_{dh}^0 + n_{dl}^0 = \alpha_d n_c^0 + w$ 。

由于科研用户加入平台的效用受跨边网络外部性与平台上配套服务质量水平的影响,其加入平台获得的效用可表示为 $U_c^0 = \theta_c + \alpha_c n_d^0 + \gamma q^0 - p$ (高低质量提供者数量对科研用户的效用实际上是存在异质性影响的,高质量提供者带来的网络效应强度更大)。当 $U_c^0 \geq 0$,即 $\theta_c \geq p - \alpha_c n_d^0 -$

γq^0 , 科研用户加入平台的保留效用大于临界值 $\tilde{\theta}_c^0 = p - \alpha_c n_d^0 - \gamma q^0$ 时, 用户选择加入平台, 由假设可知 θ_c 在 $[0, 1]$ 上服从均匀分布, 同理不妨将潜在用户数量归一化为 1, 所以平台上科研用户的数量函数可表示为 $n_c^0 = \int_{\tilde{\theta}_c^0}^1 d(\theta_c) = 1 - \tilde{\theta}_c^0 = 1 + \alpha_c n_d^0 + \gamma q^0 - p$. 因此, 愿意加入平台的科研用户数量表示为 $n_c^0 = 1 + \alpha_c n_d^0 + \gamma q_h n_{dh}^0 - p$

联立 n_d^0 和 n_c^0 表达式求解可得

$$n_c^0 = \frac{1 - p + w(\gamma\lambda q_h + \alpha_c)}{1 - \alpha_d(\gamma\lambda q_h + \alpha_c)} \quad (1)$$

$$n_d^0 = \frac{w + \alpha_d(1 - p)}{1 - \alpha_d(\gamma\lambda q_h + \alpha_c)} \quad (2)$$

参考 Rochet 和 Tirole^[36] 的文献, 平台运营成本与交易量的多少有关, 平台交易量可用资源提供者数量 n_d 和科研用户数量 n_c 来表示, 即交易总次数为平台两边用户数量的乘积 $n_c n_d$, 则平台利润最优化问题可表示

$$\begin{aligned} \max \pi_p^0(p, w) &= pn_c^0 - wn_d^0 - c_{pv} n_c^0 n_d^0 \\ \text{s. t. } n_c^0 > 0, n_d^0 > 0 \end{aligned} \quad (3)$$

将式(1)和式(2)代入式(3), 对决策变量 (p, w) 进行求解. 为减少符号混乱, 令 $\xi = \gamma\lambda q_h + \alpha_c + \alpha_d$, 可得当 $\xi - 2 < c_{pv} < \xi + 2$ 时, π_p^0 是关于 p 和 w 的联合凹函数, 且 $0 < c_{pv} < \xi$ 时能满足约束条件. 因此, 当 $\max [(\xi - 2), 0] < c_{pv} < \xi$ 时, 普通定价策略存在唯一最优解 (p^{0*}, w^{0*}) 能够使得平台收益最大. 由此得到命题 1

命题 1 当 $\max [(\xi - 2), 0] < c_{pv} < \xi$ 时, 存在唯一均衡解 (p^{0*}, w^{0*}) 使平台在普通定价策略下收益最大. ②

$$p^{0*} = \frac{(c_{pv} - \xi)(c_{pv} - \alpha_d) - 2}{(c_{pv} - \xi)^2 - 4}$$

$$w^{0*} = \frac{c_{pv} - \xi + 2\alpha_d}{(c_{pv} - \xi)^2 - 4}$$

由命题 1 知, 当科创平台单位运营成本在不太高的一定范围内时, 平台通过向科研用户收服务费、向科创资源提供方支付佣金返点的普通定价策略存在唯一均衡点能够使科创平台收益最大.

推论 1 普通定价策略下存在唯一均衡解的

范围内必有 $p^{0*} > 0$, 但为使 $w^{0*} > 0$, 则应满足 $c_{pv} < \gamma\lambda q_h + \alpha_c - \alpha_d$.

性质 1 普通定价策略(OS)的均衡条件下可以得到重要参数关于科研用户对服务质量偏好 γ 的变化情况为: 科创平台的服务收费 p^{0*} 、佣金返点 w^{0*} 、科研用户数量 n_c^{0*} 及提供者数量 n_d^{0*} 、平台收益 π_p^{0*} 和平台上配套服务质量水平 q^{0*} 均随着服务质量偏好 γ 的增加而增加.

性质 1 说明面对仅有设备共享常规需求而配套服务需求不高的科研用户, 平台应采取低价策略来实现自身利润最大化; 反之, 面对既有设备共享需求又渴望享受配套服务的科研用户, 平台则应采取高价策略.

若科研用户对平台上配套服务质量水平的偏好越高, 平台可向其收取更高的费用以获取更高收益, 同时向资源提供者支付更高的佣金返点, 吸引更多提供者加入平台. 值得注意的是, 因为供给端存在一定比例的低质量提供者, 平台提高佣金返点在吸引高质量提供者的同时也会导致低质量提供者加入平台, 这将会限制平台上配套服务质量水平. 因此, 为最大程度提升平台上配套服务质量水平, 平台要尽可能吸引高质量提供者上平台.

在实际中, 科创平台对高校、研究机构等存在知识传递类的高质量提供者和设备厂商等只提供设备共享服务类的常规质量提供者, 普通做法是支付相同佣金返点, 激励供给方上平台. 实践中较为普遍, 例如宝山石墨烯平台、创智空间共享服务平台等科创平台, 面对潜在供给端的高低质量资源提供者, 平台向所有资源提供者支付相同的基础佣金返点吸引其加入平台, 这与文中普通定价策略的基础模型设置是一致的. 有如下管理策略:

结论 1 普通定价策略中运营成本较低的科创平台更有意愿向资源提供者支付基础佣金返点, 因此应设法控制其运营成本.

当然, 因科研用户对平台上配套服务质量水平具有一定偏好, 平台希望更多高质量提供者加入平台, 现实中为避免因为相同基础佣金返点出现“劣币驱逐良币”现象, 吸引更多高质量提供者加入平台, 平台往往通过提供平台补贴的方式来

② 本研究所涉及证明过程可通过邮箱联系作者获取.

增加向高质量提供者支付的佣金返点激励。因此本研究结合此现实情形,研究平台补贴策略下的平台定价,并通过决策补贴金额来明确高质量提供者能够获得的“补贴+基础佣金返点”金额。

3 补贴与联盟策略的拓展模型

现实科创实践中可观察到若平台提高佣金返点水平,高/低质量提供者都会涌入平台,便会出现低质量提供者搭便车的情况。为提高平台配套服务质量水平,平台应积极增加高质量提供者数量。因此在基础模型的基础上进一步探究以下两种平台定价策略,即平台补贴策略(subsidy strategy, SS)和引流联盟策略(alliance strategy, AS)。

3.1 平台补贴策略(SS)

平台经济中常使用价格手段来最大化平台收益,例如平台常采用具有价格歧视的“跷跷板”原理,通过补贴实现平台用户群体数量的增加^[16,35]。对于科创平台而言,高质量提供者数量的多少会直接影响平台收益,参考上海石墨烯平台的补贴策略,为避免低质量提供者搭便车现象,相较于基础模型本研究提出针对平台补贴高质量提供者进行建模策略分析。在平台补贴策略下,为提高科创平台总体配套服务水平,吸引更多高质量提供者加入平台,平台向高质量提供者支付一次性补贴 s 。此时,高质量和低质量提供者加入平台获得的效用可分别表示为 $U_{dh}^s = \alpha_d n_c^s + s + w - f_{dh}$ 和 $U_{dl}^s = \alpha_d n_c^s + w - f_{dl}$;另外,科研用户加入平台获得的效用可表示为 $U_c^s = \theta_c + \alpha_c n_d^s + \gamma q^s - p$ 。因此,与基础模型同理,在效用非负约束条件下,选择加入平台的科研用户数量和提供者数量可分别表示为 $n_c^s = 1 + \alpha_c n_d^s + \gamma q^s - p$ 和 $n_d^s = \alpha_d n_c^s + \lambda s + w$ 。其中,补贴策略下加入平台的高质量提供者数量 $n_{dh}^s = \lambda \int_0^{\tilde{f}_{dh}^s} (f_{dh}) = \lambda \tilde{f}_{dh}^s = \lambda (\alpha_d n_c^s + w + s)$ 。

联立 n_c^s 和 n_d^s 的表达式,可得

$$n_c^s = \frac{1 - p + \gamma \lambda q_h (s + w) + \alpha_c (w + s \lambda)}{1 - \alpha_d (\gamma \lambda q_h + \alpha_c)} \quad (4)$$

$$n_d^s = \frac{w + s \lambda + \alpha_d [1 - p + s \gamma \lambda q_h (1 - \lambda)]}{1 - \alpha_d (\gamma \lambda q_h + \alpha_c)} \quad (5)$$

此时,补贴策略下平台利润最优化为

$$\begin{aligned} \max \pi_p^s(p, w, s) &= p n_c^s - w n_d^s - c_{pv} n_c^s n_d^s - s n_{dh}^s \\ \text{s. t. } n_c^s &> 0, n_d^s > 0, s > 0 \end{aligned} \quad (6)$$

将式(4)和式(5)代入式(6),对决策变量 (p, w, s) 进行求解,可得当 $\xi - \sqrt{4 - \gamma^2 \lambda q_h^2 (1 - \lambda)} < c_{pv} < \xi + \sqrt{4 - \gamma^2 \lambda q_h^2 (1 - \lambda)}$ 时, π_p^s 是关于 p, w 和 s 的联合凹函数,且 $0 < c_{pv} < \xi$ 时能满足约束条件。因此,当 $\max[(\xi - \sqrt{4 - \gamma^2 \lambda q_h^2 (1 - \lambda)}), 0] < c_{pv} < \xi$ 时,平台补贴策略存在唯一最优解 (p^{s*}, w^{s*}, s^*) 能够使平台收益最大。

命题2 当 $\max[(\xi - \sqrt{4 - \gamma^2 \lambda (1 - \lambda)}), 0] < c_{pv} < \xi$ 时,存在唯一均衡解 (p^{s*}, w^{s*}, s^*) 使平台在平台补贴策略下收益最大。

$$p^{s*} = \frac{(c_{pv} - \alpha_d)(c_{pv} - \xi) - 2}{\gamma^2 \lambda q_h^2 (1 - \lambda) + (c_{pv} - \xi)^2 - 4}$$

$$w^{s*} = \frac{c_{pv} - \alpha_c + \alpha_d}{\gamma^2 \lambda q_h^2 (1 - \lambda) + (c_{pv} - \xi)^2 - 4}$$

$$s^* = \frac{\gamma q_h}{4 - \gamma^2 \lambda q_h^2 (1 - \lambda) - (c_{pv} - \xi)^2}$$

由命题2可知,当科创平台单位运营成本在一定范围内时,平台为了提高整体服务质量水平向高质量提供者进行补贴吸引其加入平台,这一平台补贴策略同样能够让平台实现收益最大化。

推论2 平台补贴策略下,存在唯一均衡解的范围内必有 $p^{s*} > 0, s^* > 0$,但为使 $w^{s*} > 0$,应满足 $c_{pv} < \alpha_c - \alpha_d$ 。

性质2 平台补贴策略的均衡条件下:1) 质量偏好 γ 的增加,向提供者支付的佣金返点 w^{s*} 、平台支付的补贴 s^* 、科研用户加入平台数量 n_c^{s*} 、平台收益 π_p^{s*} 和平台总体质量 q^{s*} 随之增加;2) 当 $\underline{\alpha}_c < \alpha_c < 1$ 时,服务收费 p^{s*} 随偏好 γ 的增加而增加,当 $0 < 1 - \lambda < \left(\frac{2}{\gamma q_h}\right)^2$ 时加入平台的提供者数量 n_d^{s*} 随偏好 γ 的增加而增加。

性质2可知补贴策略下若平台上的科研用户对平台上配套服务质量水平偏好较高,则平台应提高向提供者支付的佣金返点以及给予高质量提供者的补贴,但平台并非一定要提高所有科研用户的收费,而是应该针对平台上资源提供者数量更加敏感的科研用户进行高收费。同时,若潜在供给端中能够提供配套服务的低质量提供者占比较低(高质量提供者有一定占比),平台可以采取补贴方式增加提供者数

量,且与科研用户服务质量偏好 γ 正相关.

结论2 平台补贴策略下应该向高质量提供者进行补贴,运营成本更低的科创平台更有意愿同时向资源提供者支付佣金返点.

结论3 平台补贴策略下面对平台上配套服务质量水平偏好较低的科研用户,平台应该降低对高质量提供者的补贴力度,同时减少支付佣金返点;反之,应采取区别激励策略,加大对高质量提供者的补贴力度.

结论4 平台补贴策略下面对不仅要使用科创资源还渴望享受配套服务的科研用户,同时其交叉网络效应也大,平台应采取区别定价策略,对这类科研用户采取高收费.

3.2 引流联盟策略(AS)

通过“拉”的策略将平台的供给端或需求端用户从外部网络拉到焦点网络中,有助于提高原有平台收益^[10].企业缔结联盟不仅是企业重要的战略行为^[37],更是企业获取信息、资源、减少不确定性的的重要手段,能够极大程度增强企业的竞争优势,因此,在我国创新驱动发展战略的指引下,企业间的研发联盟呈现出快速增长趋势^[38].本节参考G60科创走廊的联盟引流思想,从扩大供给端规模角度出发,讨论科创平台利用引流联盟的方式通过引流增加高质量提供者数量的可行性.假设平台通过与企业联盟共同培育并引流来的高质量提供者数量为 x ,同时需要付出实施此策略的努力成本为 $\frac{1}{2}\rho x^2$ ($\rho > 0$,学者常运用类似成本函数^[39]),高质量和低质量科创资源提供者加入平台获得的效用可分别表示为 $U_{dh}^A = \alpha_d n_c^A + w - f_{dh}$ 和 $U_{dl}^A = \alpha_d n_c^A + w - f_{dl}$.每位科研用户加入平台获得的效用可表示为 $U_c^A = \theta_c + \alpha_c(n_d^A + x) + \gamma q^A - p$.因此,与基础模型同理,效用非负条件下选择加入平台的科研用户数量和科创资源提供者数量可表示为 $n_c^A = 1 + \alpha_c(n_d^A + x) + \gamma q^A - p$ 和 $n_d^A = \alpha_d n_c^A + w$

联立 n_c^A 和 n_d^A 的表达式可得

$$n_c^A = \frac{1 - p + (w + x)(\gamma\lambda q_h + \alpha_c)}{1 - \alpha_d(\gamma\lambda q_h + \alpha_c)} \quad (7)$$

$$n_d^A = \frac{w + \alpha_d[1 - p + x(\gamma\lambda q_h + \alpha_c)]}{1 - \alpha_d(\gamma\lambda q_h + \alpha_c)} \quad (8)$$

此时,引流联盟策略下最优化问题为

$$\max \pi_p^A(p, w, x) = pn_c^A - w(n_d^A + x) - c_{pv}n_c^A(n_d^A + x) - \frac{1}{2}\rho x^2$$

$$\text{s. t. } n_c^A > 0, n_d^A > 0, x > 0 \quad (9)$$

将式(7)和式(8)代入式(9),目标函数对决策变量 (p, w, x) 进行求解,当 $\xi - \sqrt{4 - 2/\rho} < c_{pv} < \xi + \sqrt{4 - 2/\rho}$ 且 $\rho \geq 1/2$ 时, π_p^A 是关于 p, w 和 x 的联合凹函数,当 $0 < c_{pv} < \xi$ 且 $\rho > 1$ 时能满足约束条件.因此,当 $\max[(\xi - \sqrt{4 - 2/\rho}), 0] < c_{pv} < \xi$ 且 $\rho > 1$ 时,引流联盟策略存在唯一最优解 (p^{A*}, w^{A*}, x^*) 能够使得平台收益最大.

命题3 当 $\max[(\xi - \sqrt{4 - 2/\rho}), 0] < c_{pv} < \xi$ 且 $\rho > 1$ 时,存在唯一均衡解 (p^{A*}, w^{A*}, x^*) 使平台在引流联盟策略下收益最大.

$$p^{A*} = \frac{1 - 2\rho + \rho(c_{pv} - \alpha_d)(c_{pv} - \xi)}{2 - 4\rho + \rho(c_{pv} - \xi)^2}$$

$$w^{A*} = \frac{\rho\alpha_d - (1 - \rho)(c_{pv} - \gamma\lambda q_h - \alpha_c)}{2 - 4\rho + \rho(c_{pv} - \xi)^2}$$

$$x^* = \frac{c_{pv} - \xi}{2 - 4\rho + \rho(c_{pv} - \xi)^2}$$

由命题3可知,当科创平台单位运营成本在一定范围内时,平台通过引流联盟策略能够得到实现平台利润最大化的唯一均衡点.

推论3 引流联盟策略下存在唯一均衡解的范围内必有 $p^{A*} > 0$, $x^* > 0$,但为使 $w^{A*} > 0$,应满足 $c_{pv} < \gamma\lambda q_h + \alpha_c - \frac{\rho\alpha_d}{\rho - 1}$.

性质3 引流联盟策略的均衡条件下服务收费 p^{A*} 、向提供者支付的佣金返点 w^{A*} 、引流高质量提供者数量 x^* 、加入平台的科研用户数量 n_c^{A*} 及科创资源提供者数量 n_d^{A*} 、平台收益 π_p^{A*} 和平台上配套服务质量水平 q^{A*} 随科研用户质量偏好 γ 的增加而增加.

性质3可知,引流联盟策略下的平台定价与普通定价策略基本一致,但科研用户若在共享科创资源的同时又对配套服务水平需求较高时,那平台应加大高质量提供者的引流力度.

结论5 引流联盟策略下面对配套服务要求不高的科研用户,平台可降低引流数量从而节约引流成本;反之,若科研用户对配套服务要求较高,则平台应引流更多高质量提供者加入平台,并

向科研用户高收费。

4 平台策略比较与选择条件

4.1 平台策略可行域分析

通过命题 1 ~ 命题 3 可得普通定价、平台补

贴和引流联盟策略存在最优解的可行域,由此可得到性质 4。

性质 4 高质量科创资源提供者占比 λ 和平台单位运营成本 c_{pv} 满足一定条件下,普通定价、平台补贴和引流联盟三种策略存在使平台利润最大的均衡解,如表 2。

表 2 三种策略最优均衡解的存在范围

Table 2 The range of existence of the optimal equilibrium solution of the three strategies

策略	高质量科创资源提供者占比 λ	平台单位运营成本 c_{pv}
OS	$0 < \lambda \leq \lambda_O$	$0 < c_{pv} < \xi$
	$\lambda_O < \lambda < 1$	$C_{pv}^O < c_{pv} < \xi$
SS	$0 < \lambda \leq \lambda_S$	$0 < c_{pv} < \xi$
	$\lambda_S < \lambda < 1$	$C_{pv}^S < c_{pv} < \xi$
AS	$0 < \lambda \leq \lambda_A$	$0 < c_{pv} < \xi$
	$\lambda_A < \lambda < 1$	$C_{pv}^A < c_{pv} < \xi$

注: $\lambda_O = \frac{2 - \alpha_c - \alpha_d}{\gamma q_h}$, $\lambda_S = \frac{4 - (\alpha_c + \alpha_d)^2}{\gamma q_h (2\alpha_c + 2\alpha_d + \gamma q_h)}$, $\lambda_A = \frac{\sqrt{4 - 2/\rho} - \alpha_c - \alpha_d}{\gamma q_h}$; $C_{pv}^O = \xi - 2$, $C_{pv}^S = \xi - \sqrt{4 - \gamma^2 \lambda q_h^2 (1 - \lambda)}$,

$C_{pv}^A = \xi - \sqrt{4 - 2/\rho}$; $\lambda_O, \lambda_S, \lambda_A$ 分别是 $C_{pv}^O, C_{pv}^S, C_{pv}^A = 0$ 时 λ 的取值,且 $\gamma q_h > 2 - \alpha_c - \alpha_d$ 时能满足 $0 < \lambda_O, \lambda_S, \lambda_A < 1$ 。

表 2 可知,三种策略存在最优均衡解时平台运营成本存在上界条件,即 $c_{pv} < \xi$;反之,平台单位运营成本较高 ($c_{pv} > \xi$) 的科创平台在任何策略下均无法实现平台利润最大化(无内解点)。同时当高质量提供者占比 λ 较高时,若平台单位运营成本低于下边界 $C_{pv}^O, C_{pv}^S, C_{pv}^A$,则科创平台在任何策略下均无法实现平台利润最大。

结合表 2 可知,平台实施引流联盟策略的单位努力成本 ρ 的大小会影响成本边界条件 $C_{pv}^O, C_{pv}^S, C_{pv}^A$ 与横坐标交点 $\lambda_O, \lambda_S, \lambda_A$ 的大小排序,因此根据结论 1 将高质量科创资源提供者占比和平台

单位运营成本范围细分可得推论 4。

推论 4 高质量科创资源提供者占比 λ 和平台单位运营成本 c_{pv} 不同组合范围内,存在平台利润最大化的适用策略(具体见表 3)。

为了更加形象地展示,依据表 3 绘制图 3,可以得到:1)当高质量提供者占比与单位运营成本两个维度一高一低时,无可选最优策略(无内解点);2)存在均衡解的可行域范围内,①普通定价策略(OS)均适用,②随着平台运营成本的增加,平台引流策略(AS)也适用,③在高质量提供者占比适中的一般情况下,运营成本更高才可采用平台补贴策略(SS)。

表 3 λ 和 c_{pv} 不同组合范围下的适用策略

Table 3 The applicable strategies under different combination ranges of λ and c_{pv}

$1 < \rho < \hat{\rho}$			$\rho > \hat{\rho}$		
λ 范围	c_{pv} 范围	适用策略	λ 范围	c_{pv} 范围	适用策略
$0 < \lambda \leq \lambda_A$	$0 < c_{pv} < \xi$	OS/SS/AS	$0 < \lambda \leq \lambda_S$	$0 < c_{pv} < \xi$	OS/SS/AS
$\lambda_A < \lambda \leq \lambda_S$	$0 < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS/SS	$\lambda_S < \lambda \leq \lambda_A$	$0 < c_{pv} < C_{pv}^S$	OS/AS
	$C_{pv}^A < c_{pv} < \xi$	OS/SS/AS		$C_{pv}^S < c_{pv} < \xi$	OS/SS/AS
$0 < \lambda_S < \lambda \leq \lambda_O$	$0 < c_{pv} < C_{pv}^S$	OS	$\lambda_A < \lambda \leq \lambda_O$	$0 < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS
	$C_{pv}^S < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS/SS		$C_{pv}^A < c_{pv} < C_{pv}^S$	OS/AS
	$C_{pv}^A < c_{pv} < \xi$	OS/SS/AS		$C_{pv}^S < c_{pv} < \xi$	OS/SS/AS
	$\lambda_O < \lambda < 1$	$0 < c_{pv} < C_{pv}^O$	无可选策略	$\lambda_O < \lambda < 1$	$0 < c_{pv} < C_{pv}^O$
$C_{pv}^O < c_{pv} < C_{pv}^S$		OS	$C_{pv}^O < c_{pv} < C_{pv}^A$		OS
$C_{pv}^S < c_{pv} < C_{pv}^A$		OS/SS	$C_{pv}^A < c_{pv} < C_{pv}^S$		OS/AS
$C_{pv}^A < c_{pv} < \xi$		OS/SS/AS	$C_{pv}^S < c_{pv} < \xi$		OS/SS/AS

续表3
Table 3 Continues

$1 < \rho < \hat{\rho}$			$\rho > \hat{\rho}$			
λ 范围	c_{pv} 范围	适用策略	λ 范围	c_{pv} 范围	适用策略	
$2 \times \sqrt{2/\rho} / q_h < \gamma < 1$	$\lambda_s < \lambda \leq \lambda_1$	$0 < c_{pv} < C_{pv}^S$	OS	$\lambda_0 < \lambda \leq \lambda_2$	$0 < c_{pv} < C_{pv}^O$	无可选策略
		$C_{pv}^S < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS/SS		$C_{pv}^O < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS
		$C_{pv}^A < c_{pv} < \xi$	OS/SS/AS		$C_{pv}^A < c_{pv} < C_{pv}^S$	OS/AS
	$\lambda_1 < \lambda \leq \lambda_0$	$0 < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS	$\lambda_2 < \lambda < 1$	$C_{pv}^S < c_{pv} < \xi$	OS/SS/AS
		$C_{pv}^A < c_{pv} < C_{pv}^S$	OS/AS		$0 < c_{pv} < C_{pv}^O$	无可选策略
		$C_{pv}^S < c_{pv} < \xi$	OS/SS/AS		$C_{pv}^O < c_{pv} < C_{pv}^S$	OS
	$\lambda_0 < \lambda \leq \lambda_2$	$0 < c_{pv} < C_{pv}^O$	无可选策略		$C_{pv}^S < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS/SS
		$C_{pv}^O < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS		$C_{pv}^A < c_{pv} < \xi$	OS/SS/AS
		$C_{pv}^A < c_{pv} < C_{pv}^S$	OS/AS			
	$\lambda_2 < \lambda < 1$	$0 < c_{pv} < C_{pv}^O$	无可选策略			
		$C_{pv}^O < c_{pv} < C_{pv}^S$	OS			
		$C_{pv}^S < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS/SS			
	$C_{pv}^A < c_{pv} < \xi$	OS/SS/AS				

注: $\hat{\rho} = \frac{2}{4 - \left[\frac{4 + (\alpha_c + \alpha_d)^2 + \gamma q_h (\alpha_c + \alpha_d)}{2\alpha_c + 2\alpha_d + \gamma q_h} \right]^2}$; $\lambda_1 = \frac{1}{2} - \frac{\sqrt{\gamma^2 \rho q_h^2 - 8}}{2\gamma q_h \sqrt{\rho}}$; $\lambda_2 = \frac{1}{2} + \frac{\sqrt{\gamma^2 \rho q_h^2 - 8}}{2\gamma q_h \sqrt{\rho}}$

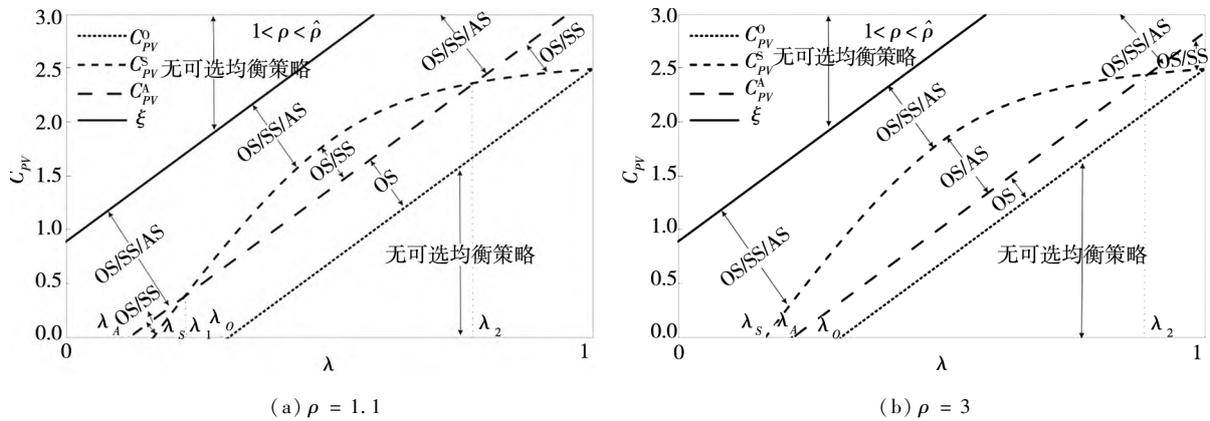


图3 三种策略的可行域

Fig. 3 Feasible region of three strategies

注: $\alpha_c = 0.5, \alpha_d = 0.4, \gamma = 0.5, q_h = 6$

具体而言,当高质量提供者占比较低且单位运营成本较低的科创平台在三种策略下均能实现平台利润最大,如图3(a)、图3(b)的左下角所示;高质量提供者占比较高且单位运营成本也高,科创平台在三种策略下也均能实现平台利润最大,如图3(a)、图3(b)的右上角所示;当高质量提供者占比和单位运营成本均适中时,存在不同策略组合(如图3(a)、图3(b)的中间部分),运营成本适中的科创平台采取普通定价和引流联盟策

略,运营成本更高的平台才考虑平台补贴策略。

结论6 对于高质量提供者占比大的情形,如果其平台运营成本不高,则资源提供者可以考虑自营平台更为有利;反之,运营成本很高,平台难以借助市场手段进行商业化运作,则更多是在政府引导下进行社会性共享。

4.2 平台策略均衡解比较

由命题1~命题3可得在可行域范围内三种策略的最优均衡解,如表4所示。

表 4 三种策略的最优均衡解比较

Table 4 Optimal equilibrium solution for the three strategies

均衡解	OS 策略	SS 策略	AS 策略
p^*	$\frac{(c_{pv} - \xi)(c_{pv} - \alpha_d) - 2}{(\xi - c_{pv})^2 - 4}$	$\frac{(c_{pv} - \xi)(c_{pv} - \alpha_d) - 2}{\gamma^2 \lambda q_h^2 (1 - \lambda) + (c_{pv} - \xi)^2 - 4}$	$\frac{1 - 2\rho + \rho(c_{pv} - \alpha_d)(c_{pv} - \xi)}{2 - 4\rho + \rho(c_{pv} - \xi)^2}$
w^*	$\frac{c_{pv} - \xi + 2\alpha_d}{(\xi - c_{pv})^2 - 4}$	$\frac{c_{pv} - \alpha_c + \alpha_d}{\gamma^2 \lambda q_h^2 (1 - \lambda) + (c_{pv} - \xi)^2 - 4}$	$\frac{\rho \alpha_d + (\rho - 1)(c_{pv} - \xi + \alpha_d)}{2 - 4\rho + \rho(c_{pv} - \xi)^2}$
s^*	/	$\frac{\gamma q_h}{4 - \gamma^2 \lambda q_h^2 (1 - \lambda) - (c_{pv} - \xi)^2}$	/
x^*	/	/	$\frac{c_{pv} - \xi}{2 - 4\rho + \rho(c_{pv} - \xi)^2}$
n_c^*	$\frac{2}{4 - (\xi - c_{pv})^2}$	$\frac{2}{4 - \gamma^2 \lambda q_h^2 (1 - \lambda) - (c_{pv} - \xi)^2}$	$\frac{1 - 2\rho}{2 - 4\rho + \rho(c_{pv} - \xi)^2}$
n_d^*	$\frac{\xi - c_{pv}}{4 - (\xi - c_{pv})^2}$	$\frac{\xi - c_{pv}}{4 - \gamma^2 \lambda q_h^2 (1 - \lambda) - (c_{pv} - \xi)^2}$	$\frac{(\rho - 1)(c_{pv} - \xi)}{2 - 4\rho + \rho(c_{pv} - \xi)^2}$
π_p^*	$\frac{1}{4 - (\xi - c_{pv})^2}$	$\frac{1}{4 - \gamma^2 \lambda q_h^2 (1 - \lambda) - (c_{pv} - \xi)^2}$	$\frac{1 - 2\rho}{2[2 - 4\rho + \rho(c_{pv} - \xi)^2]}$
q^*	$\frac{\lambda q_h (\xi - c_{pv})}{4 - (\xi - c_{pv})^2}$	$\frac{\lambda q_h (\xi - c_{pv})}{4 - \gamma^2 \lambda q_h^2 (1 - \lambda) - (c_{pv} - \xi)^2}$	$\frac{\lambda \rho q_h (c_{pv} - \xi)}{2 - 4\rho + \rho(c_{pv} - \xi)^2}$

通过表 4 可对三种策略下的最优均衡解进行对比分析如下

1) 平台双边定价的比较分析: 通过对比可得 $p^{S^*} < p^{O^*} < p^{A^*}$, 科创平台向科研用户的最优收费在引流联盟策略下最高, 在平台补贴策略下最低; 当高质量提供者占比较高大于 $2(1 - \alpha_d)/\gamma q_h$ 时 $w^{O^*} > w^{S^*}$, 当 $\max[(\xi - 2), 0] < c_{pv} < \hat{c}_{pv}$ 时 $w^{O^*} < w^{A^*}$, 当 $\hat{c}_{pv} < c_{pv} < \xi$ 时 $w^{O^*} > w^{A^*}$.

2) 平台双边用户规模的比较分析: 两种策略下加入平台的科研用户数量 $n_c^{S^*}$ 和 $n_c^{A^*}$ 恒大于 $n_c^{O^*}$, 说明 SS 策略和 AS 策略能够吸引更多的科研用户加入平台; 对比可得 $n_d^{S^*} > n_d^{O^*}$, 说明 SS 策略下加入平台的资源提供者数量大于 OS 策略下的资源提供者数量; 当 $\max[(\xi - 2), 0] < c_{pv} < \xi - \sqrt{2}$ 时, $n_d^{A^*} > n_d^{O^*}$, 对于单位运营成本相对较低的科创平台而言, AS 策略下加入平台的资源提供者数量大于 OS 策略下的资源提供者数量, 当 $\xi - \sqrt{2} < c_{pv} < \xi$ 时, $n_d^{A^*} < n_d^{O^*}$, 对于单位

运营成本相对较高的科创平台而言, AS 策略下加入平台的资源提供者数量小于 OS 策略下的资源提供者数量.

3) 平台利润和总体配套服务质量水平的比较分析: SS 策略和 AS 策略下的平台最优利润 $\pi_p^{S^*}$ 、 $\pi_p^{A^*}$ 和平台上配套服务质量水平 q^{S^*} 、 q^{A^*} 恒大于 OS 策略下的最优均衡解 $\pi_p^{O^*}$ 和 q^{O^*} , 说明 SS 策略和 AS 策略有利于提高科创平台的利润和平台上配套服务质量水平. 由此可得性质 5.

性质 5 科创平台向科研用户的服务收费在 AS 策略下最高, 在 SS 策略下最低. 相较于 OS 策略, SS/AS 策略能够提高科创平台的最优利润和平台上配套服务质量水平, 且能够吸引更多的科研用户加入平台. 此外, SS 策略能够吸引更多的资源提供者加入平台, 但 AS 策略下加入平台的资源提供者数量依赖于平台成本类型.

三种策略下最优均衡解关于质量偏好 γ 的性质分析如表 5 所示

表 5 三种策略最优均衡解关于质量偏好 γ 的性质分析

Table 5 Property analysis of optimal equilibrium solutions for three strategies on γ

均衡解	$\partial p^*/\partial \gamma$	$\partial w^*/\partial \gamma$	$\partial s^*/\partial \gamma$	$\partial x^*/\partial \gamma$	$\partial n_c^*/\partial \gamma$	$\partial n_d^*/\partial \gamma$	$\partial q^*/\partial \gamma$	$\partial \pi_p^*/\partial \gamma$
OS 策略	递增	递增	/	/	递增	递增	递增	递增
SS 策略	条件增 ^①	递增	递增	/	递增	条件增 ^②	递增	递增
AS 策略	递增	递增	/	递增	递增	递增	递增	递增

注: “/”表示该策略下无此变量^①当 $\frac{4 - \gamma^2 \lambda q_h^2 (1 - 2\lambda) + 4\gamma q_h (1 - \lambda)}{2} = \alpha_c < \alpha_c < 1$ 时, $\partial p^{S^*}/\partial \gamma > 0$; ^②当 $0 < 1 - \lambda < \frac{4}{\gamma^2 q_h^2}$ 时, $\partial n_d^{S^*}/\partial \gamma > 0$.

表5呈现了三种策略下各均衡解与质量偏好 γ 间的相关性,平台向资源提供者支付的佣金返点、加入平台的科研用户数量、平台收益、平台上配套服务质量水平、平台补贴和引流数量随质量偏好的增加而增加,该性质与平台选择何种策略无关;而平台向科研用户的收费和加入平台的资源提供者数量在 OS/AS 策略下随质量偏好的增加而增加.但在 SS 策略下,科研用户的跨边网络外部性较高时,平台向科研用户的收费随质量偏好的增加而增加;市场上低质量提供者占比低于 $\frac{4}{\gamma^2 q_h^2}$ 时加入平台的提供者数量随质量偏好的增加而增加.

4.3 平台最优策略的选择

通过命题1~命题3可以得到每种策略下平台的最大收益,比较后可得性质6.

性质6 平台补贴和引流联盟策略均优于基础模型中的普通定价策略,即 $\max(\pi_p^{O*}, \pi_p^{S*}) = \pi_p^{S*}$, $\max(\pi_p^{O*}, \pi_p^{A*}) = \pi_p^{A*}$;且能够得到 π_p^{S*} 和 π_p^{A*} 相等时可行域内的等利润曲线 $C_{pv}^\pi = \xi - \gamma q_h \sqrt{\lambda(1-\lambda)(2p-1)}$,高于等利润曲线时平台采取补贴策略获得的利润更大,低于等利润曲线时平台采取引流联盟策略获得的利润更大.

性质6表明,平台补贴策略或引流联盟策略相较于普通平台而言能够为科创平台带来更高的利润,平台单位运营成本更高时应采取平台补贴策略使平台利润最大.

高质量科创资源提供者占比 λ 和平台单位运营成本 c_{pv} 不同组合范围下最优策略的选择如表6所示.

表6可知:1)可选策略仅有普通定价策略(OS)时,最优策略即为OS策略;2)只有普通策略与平台补贴策略时,补贴策略占优;只有普通策略与引流联盟策略时,引流联盟策略占优;3)在高质量提供者占比低且单位运营成本低时,科创平台选择引流联盟策略(AS)更优;4)存在其他可选策略时,单位运营成本更高的科创平台选择平台补贴策略(SS)更优;单位运营成本适中的科创平台选择引流联盟策略(AS)更优.

结论7 对于运营成本较高的科创平台应采用平台补贴策略才有利于其利润最大化.

5 数值模拟分析

本节通过刻画重要参数进行数值算例仿真,直观了解偏好系数对最优补贴金额、引流数量及相应最优利润的影响,并观察高质量提供者占比 λ 的不同情况下,单位运营成本 c_{pv} 不同的科创平台应选择的定价策略,同时在不同偏好系数 γ 和引流努力成本 ρ 的取值下进行验证.其中基础参数 $\alpha_c = 0.5$, $\alpha_d = 0.4$, $q_h = 6$.

5.1 补贴与联盟策略下偏好系数影响

其它参数值不变,设置参数 $\lambda = 0.5$, $c_{pv} = 2$, $\rho = 1.1$,仿真得到两种策略下质量偏好 γ 对补贴 s^* 、引流量 x^* 和利润 π_p^* 的影响,如图4和图5所示(多组数据仿真的趋势一致).

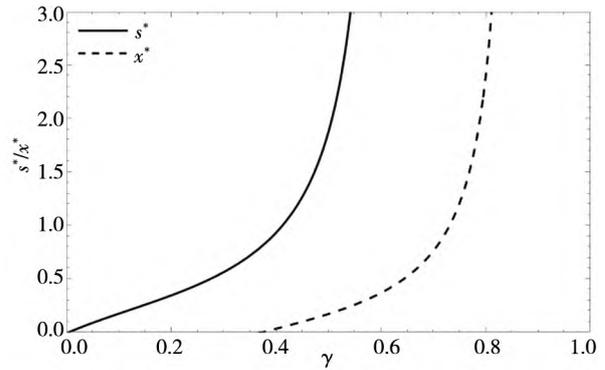


图4 γ 对最优补贴金额 s^* 和最优引流数量 x^* 的影响
Fig. 4 γ effects on optimal subsidy s^* and optimal traffic x^*

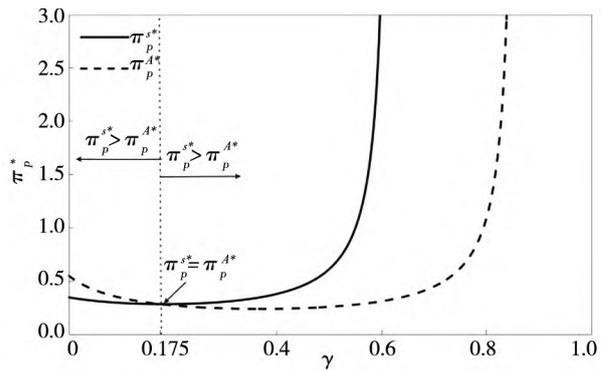


图5 γ 对平台补贴和引流联盟策略最优利润的影响
Fig. 5 γ effects on the optimal profit of SS and AS

数值模拟可直观看出性质2和性质3的结论,即在平台补贴和引流联盟策略下,补贴金额和引流高质量提供者的数量均应随质量偏好的增加而增加;当质量偏好较小时,引流联盟下平台利润更大,当质量偏好较大时,平台补贴下平

表 6 λ 和 c_{pv} 不同组合范围内适用的最优策略选择
Table 6 The optimal strategy selection under different combination ranges of λ and c_{pv}

λ 范围	$1 < \rho < \hat{\rho}$		$\rho > \hat{\rho}$	
	c_{pv} 范围	适用策略	最优策略	λ 范围
$0 < \lambda \leq \lambda_A$	$0 < c_{pv} < C_{pv}^{\pi}$	OS/SS/AS	AS	$0 < \lambda \leq \lambda_S$
	$C_{pv}^{\pi} < c_{pv} < \xi$	OS/SS/AS	SS	
$\lambda_A < \lambda \leq \lambda_S$	$0 < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS/SS	SS	$\lambda_S < \lambda \leq \lambda_A$
	$C_{pv}^A < c_{pv} < C_{pv}^{\pi}$	OS/SS/AS	AS	
	$C_{pv}^{\pi} < c_{pv} < \xi$	OS/SS/AS	SS	
	$C_{pv}^S < c_{pv} < \xi$	OS/SS/AS	SS	
$0 < \gamma < \frac{2\sqrt{2}\rho}{q_h}$	$0 < c_{pv} < C_{pv}^S$	OS	OS	$\lambda_0 < \lambda < 1$
	$C_{pv}^S < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS/SS	SS	
	$C_{pv}^A < c_{pv} < C_{pv}^{\pi}$	OS/SS/AS	AS	
	$C_{pv}^{\pi} < c_{pv} < \xi$	OS/SS/AS	SS	
	$C_{pv}^0 < c_{pv} < C_{pv}^S$	OS	OS	
	$C_{pv}^S < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS/SS	SS	
	$C_{pv}^A < c_{pv} < C_{pv}^{\pi}$	OS/SS/AS	AS	
	$C_{pv}^{\pi} < c_{pv} < \xi$	OS/SS/AS	SS	
	$0 < c_{pv} < C_{pv}^S$	OS	OS	
	$C_{pv}^S < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS/SS	SS	
$2\sqrt{2}\rho/q_h < \gamma < 1$	$0 < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS/AS	AS	$\lambda_0 < \lambda \leq \lambda_2$
	$C_{pv}^A < c_{pv} < C_{pv}^{\pi}$	OS/SS/AS	AS	
	$C_{pv}^{\pi} < c_{pv} < \xi$	OS/SS/AS	SS	
	$0 < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS	OS	
	$C_{pv}^A < c_{pv} < C_{pv}^S$	OS/AS	AS	
	$C_{pv}^S < c_{pv} < \xi$	OS/SS/AS	SS	
	$C_{pv}^0 < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS	OS	
	$C_{pv}^S < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS/SS	SS	
	$C_{pv}^A < c_{pv} < C_{pv}^{\pi}$	OS/SS/AS	AS	
	$C_{pv}^{\pi} < c_{pv} < \xi$	OS/SS/AS	SS	
$\lambda_0 < \lambda < 1$	$0 < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS	OS	$\lambda_2 < \lambda < 1$
	$C_{pv}^A < c_{pv} < C_{pv}^S$	OS/AS	AS	
	$C_{pv}^S < c_{pv} < \xi$	OS/SS/AS	SS	
	$C_{pv}^0 < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS	OS	
	$C_{pv}^S < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS/SS	SS	
	$C_{pv}^A < c_{pv} < C_{pv}^{\pi}$	OS/SS/AS	AS	
$\lambda_0 < \lambda < 1$	$0 < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS/SS/AS	AS	$\lambda_2 < \lambda < 1$
	$C_{pv}^A < c_{pv} < C_{pv}^S$	OS/SS/AS	AS	
	$C_{pv}^S < c_{pv} < \xi$	OS/SS/AS	SS	
	$C_{pv}^0 < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS	OS	
	$C_{pv}^S < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS/SS	SS	
	$C_{pv}^A < c_{pv} < C_{pv}^{\pi}$	OS/SS/AS	AS	
$\lambda_0 < \lambda < 1$	$0 < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS/SS/AS	AS	$\lambda_2 < \lambda < 1$
	$C_{pv}^A < c_{pv} < C_{pv}^S$	OS/SS/AS	AS	
	$C_{pv}^S < c_{pv} < \xi$	OS/SS/AS	SS	
	$C_{pv}^0 < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS	OS	
	$C_{pv}^S < c_{pv} < C_{pv}^A$	OS/SS	SS	
	$C_{pv}^A < c_{pv} < C_{pv}^{\pi}$	OS/SS/AS	AS	

注： $C_{pv}^{\pi} = \xi - \gamma q_h \sqrt{\lambda(1-\lambda)}(2\rho - 1)$

台利润更大.同时,在质量偏好增加到一定程度时,两种策略下的最优利润会随着质量偏好的增加而产生大幅度增长.因此,面对质量需求较高的科研用户,平台在补贴策略和引流联盟策略下均应采用积极策略,以获得更高收益.

在图5基础上分析两种策略下平台利润增长百分比可得图6(参数设置与图5一致).进一步可知,当质量偏好达到一定水平时,两种策略下的最优利润能够实现快速增长,且平台补贴策略比引流联盟策略更早实现平台利润的快速增长.

结论8 面对科研用户对平台上配套服务水平具有一定偏好的情形,平台采用补贴策略能够更快实现平台利润的大幅度增长.

5.2 平台最优策略的选择区域分析

在其它基础参数值不变的情况下,分别设

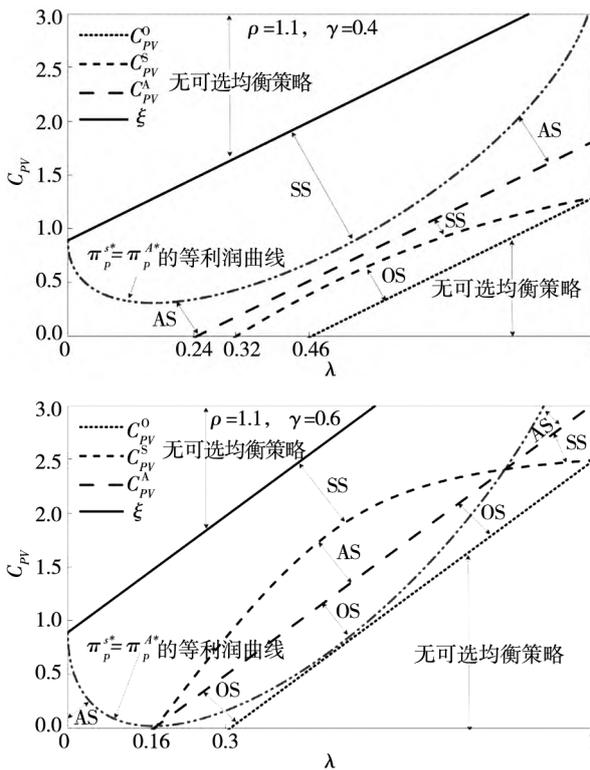


图7 最优策略的选择

Fig. 7 Selection of optimal strategies

图7可知不同成本类型的科创平台随市场中高质量资源提供者占比由低到高变化应选择不同的定价策略使平台收益最大.

从图7可知:1)当高质量提供者占比与单位运营成本两个维度一高一低时,仍然无可选

置参数($\rho = 1.1, \gamma = 0.4$), ($\rho = 1.1, \gamma = 0.6$), ($\rho = 3, \gamma = 0.4$), ($\rho = 3, \gamma = 0.6$)四种情形下,仿真高质量提供者占比 λ 和平台单位运营成本 c_{pv} 组合的不同区域内平台应选择哪种策略能够使平台利润最大化,如图7所示.

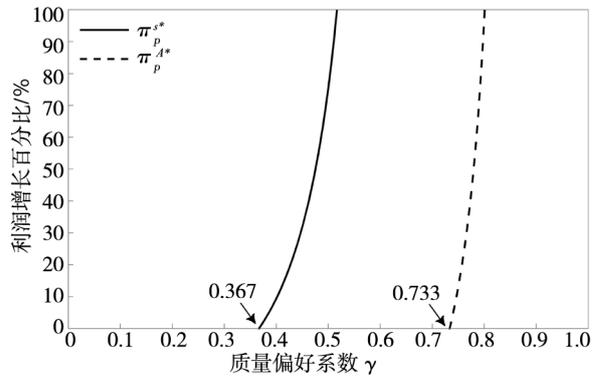


图6 平台补贴和引流联盟策略的最优利润增长

Fig. 6 Optimal profit growth percentage of platform of SS and AS

最优策略;2)存在均衡解的可行域范围内,当单位运营成本和高质量提供者占比两个维度双低时,引流联盟策略主要占优;单位运营成本更高的平台采取补贴策略更为有利;随着运营成本的降低,会趋向于普通定价策略.具体而言:

对运营成本较低的科创平台而言,当高质量提供者占比较低时,平台应采取引流联盟策略来提高平台上配套服务质量水平,随着高质量提供者占比增加,随后采取补贴策略和普通定价策略;当高质量提供者占比足够高时,三种策略均不适用。

对运营成本适中的科创平台而言,当高质量提供者占比较低时,平台应采取补贴策略吸引高质量提供者加入平台,若科研用户对配套服务质量的需求偏好增加,则随高质量提供者占比的增加,平台更应采取引流联盟的策略来提高平台收益。

对于运营成本较高的科创平台而言,当高质量提供者占比较低时,平台无法通过三种策略实现平台收益最大,三种策略均不适用;当高质量提供者占比达到较高水平时,平台可通过补贴策略提高平台收益;当高质量提供者占比达到峰值时,平台应采取引流联盟策略。

结论 9 对于高等院校实验室上平台共享设备资源的这类在线交易科创平台而言,其运营成本相对较低,当潜在供给端高质量提供者占比不足时,平台应尽可能采用引流联盟策略进行高端引流;对于高质量提供者占比适中的情形,成本相对较高的中试类平台应采取平台补贴策略吸引更多高质量提供者加入;对于运营成本极高的大科学装置类科创平台,只有高质量提供者占比相对很高时,平台才会采取补贴或引流联盟策略。

6 拓展模型分析^③

6.1 考虑创新风险性的模型拓展

现实中,研发活动具有不确定性大,失败率高等特点,在一些行业科技创新的失败率甚至会达到 80%~90%^④,而创新失败会为科研用户带来负效用,从而降低用户进行研发活动的积极性^[40, 41]。本节在上文基础上加入创新风险因子,考虑创新风险对核心决策变量的影响。不考虑创新风险时,资源提供者和科研用户加入平台的效用只需要考虑佣金返点、服务收费、网络

外部性、保留效用和加入平台的努力成本。但现实中,科技创新能否成功受多方面条件影响,创新产出具有一定风险性,研发活动具有一定失败的概率。相较于资源提供者,科研用户加入平台的效用更容易受到创新风险的影响,创新失败会对其考虑是否选择加入平台带来负效用,因此科研用户加入平台的效用函数需要考虑创新的风险性。参考谭春桥等^[42]的研究假设,本节假设科研用户在科创平台上进行科技创新失败的概率为 η ($0 < \eta < 1$),且失败会给科研用户带来的负效用为 μ ,为保证函数具有实际意义,即两端加入平台的用户数量为正,不妨假设 $0 < \mu < 1$ 。

1) 普通定价策略的创新风险模型拓展

考虑创新风险性特点后,在普通定价策略下资源提供者加入平台的效用仍然表示为 $U_{dh(l)}^{OR} = \alpha_d n_c^{OR} + w - f_{dh(l)}$,愿意加入平台的提供者数量函数与前文一致 $n_d^{OR} = n_d^0 = \alpha_d n_c^{OR} + w$,而科研用户加入平台的效用则表示为 $U_c^{OR} = \theta_c + \alpha_c n_d^{OR} + \gamma q^{OR} - p - \eta\mu$,同前文思路进行计算

在命题 1 的参数范围内可得极大值点

$$p^{OR*} = \frac{(1 - \eta\mu)[(c_{pv} - \xi)(c_{pv} - \alpha_d) - 2]}{(c_{pv} - \xi)^2 - 4}$$

$$w^{OR*} = \frac{(1 - \eta\mu)(c_{pv} - \xi + 2\alpha_d)}{(c_{pv} - \xi)^2 - 4}$$

2) 平台补贴策略的创新风险模型拓展

平台补贴策略下愿意加入平台的资源提供者数量函数仍可表示为 $n_d^{SR} = \alpha_d n_c^{SR} + \lambda s^R + w$,愿意加入平台的科研用户数量与考虑创新风险特点后的基础模型相同, $n_c^{SR} = 1 + \alpha_c n_d^{SR} + \gamma q^{SR} - p - \eta\mu$ 。

同着文思路进行计算,在命题 2 的参数范围内可求得极大值点

$$p^{SR*} = \frac{(1 - \eta\mu)[(c_{pv} - \alpha_d)(c_{pv} - \xi) - 2]}{\gamma^2 \lambda q_h^2 (1 - \lambda) + (c_{pv} - \xi)^2 - 4}$$

$$w^{SR*} = \frac{(1 - \eta\mu)(c_{pv} - \alpha_c + \alpha_d)}{\gamma^2 \lambda q_h^2 (1 - \lambda) + (c_{pv} - \xi)^2 - 4}$$

$$s^{R*} = \frac{\gamma q_h (1 - \eta\mu)}{4 - \gamma^2 \lambda q_h^2 (1 - \lambda) - (c_{pv} - \xi)^2}$$

^③ 拓展模型分析的详细计算过程请见《管理科学学报》官网。

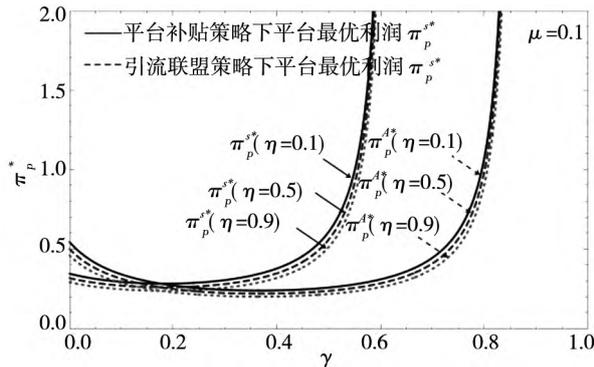
^④ 2022 年亚布力中国企业家论坛,清华大学五道口金融学院副院长田轩发表演讲《创新的资本逻辑》。

3) 引流联盟策略的创新风险模型拓展

在引流联盟策略下资源提供者加入平台的效用仍然表示为 $U_{dh(l)}^{AR} = \alpha_d n_c^{AR} + w - f_{dh(l)}$. 每位科研用户加入平台获得的效用可表示为 $U_c^{AR} = \theta_c + \alpha_c (n_d^{AR} + x) + \gamma q^{AR} - p - \eta\mu$. 同前文思路进行计算

在命题3的参数范围内可求得极大值点

$$p^{AR*} = \frac{(1 - \eta\mu)[1 - 2\rho + \rho(c_{pv} - \alpha_d)](c_{pv} - \xi)}{2 - 4\rho + \rho(c_{pv} - \xi)^2}$$

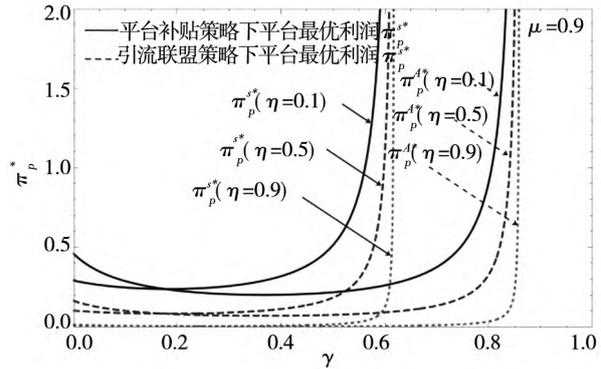


(a) 负效用低时创新失败率 η 的影响分析

$$w^{AR*} = \frac{(1 - \eta\mu)[\rho\alpha_d - (1 - \rho)(c_{pv} - \gamma\lambda q_h - \alpha_c)]}{2 - 4\rho + \rho(c_{pv} - \xi)^2}$$

$$x^{R*} = \frac{(1 - \eta\mu)(c_{pv} - \xi)}{2 - 4\rho + \rho(c_{pv} - \xi)^2}$$

基于以上推导可通过数值模拟得到存在创新风险随机因子情形下 γ 对平台补贴和引流联盟策略最优利润的影响,如图8所示(参数设置与图5保持一致).



(b) 负效用高时创新失败率 η 的影响分析

图8 针对创新风险情形平台策略最优利润随质量偏好 γ 的变动分析

Fig. 8 Analysis of the change of optimal profit of platform strategy with γ in view of innovation risk situation

将图8与图5进行比较可看到考虑创新风险性并未改变两种策略下的平台利润变化趋势,若创新失败给科研用户带来的负效用较低,则科创平台的利润关于质量偏好的变化趋势对创新失败的概率并不敏感;若创新失败给科研用户带来的负效用较高,则创新失败的概率越大,需要更高的质量偏好才能实现两种策略下平台利润的大幅度增长.由此得结论10.

结论10 面对创新失败给科研用户带来的负效用较高且创新失败概率较大的科研活动,为实现科创平台利润的大幅度增长,应提高平台上配套服务质量水平,且吸引更多质量偏好系数较高的科研用户加入平台.

6.2 提供者异质网络外部性的拓展

参考Huang^[27]的研究,本节进一步讨论高质量提供者和低质量提供者的跨边网络外部性存在差异情境下的最优策略.

平台一边的提供方服务质量高低可能会影响到平台另一边使用者进入平台的规模效应,即平台一边的服务质量高低可能会导致跨边网络外部性的差异.先将高质量提供者和低质量提供者的跨边网络外部性系数分别表示为 α_{dh} 和 α_{dl} ,其各自加入平台的努力成本可分别表示为 f_{dh} 和 f_{dl} ,

同上文假设 f_{dh} 和 f_{dl} 在 $[0, 1]$ 上服从均匀分布.

1) 普通定价策略

基础模型中,高质量资源提供者加入平台获得的效用可表示为 $U_{dh}^{OD} = \alpha_{dh} n_c^{OD} + w - f_{dh}$,当 $U_{dh}^{OD} \geq 0$,即 $f_{dh} \leq \alpha_{dh} n_c^{OD} + w$ 时,高质量提供者会选择加入平台,因此高质量提供者愿意加入平台的

数量函数可表示为 $n_{dh}^{OD} = \lambda \int_0^{\alpha_{dh} n_c^{OD} + w} d(f_{dh}) = \lambda (\alpha_{dh} \times$

$n_c^{OD} + w)$,同理可得低质量提供者愿意加入平台的

数量函数可表示为 $n_{dl}^{OD} = (1 - \lambda) \int_0^{\alpha_{dl} n_c^{OD} + w} d(f_{dl}) =$

$(1 - \lambda) (\alpha_{dl} n_c^{OD} + w)$.由此得出愿意加入平台的

提供者数量可表示为 $n_d^{OD} = \bar{\alpha}_d n_c^{OD} + w$,其中 $\bar{\alpha}_d =$

$\lambda \alpha_{dh} + (1 - \lambda) \alpha_{dl}$.同上文计算逻辑可得,当 \max

$\{\xi' - 2\sqrt{1 - \gamma\lambda q_h}(\alpha_{dl} - \bar{\alpha}_d), 0\} < c_{pv} < \xi'$ 时,普通

定价策略存在唯一最优解(p^{OD*}, w^{OD*})能够使得

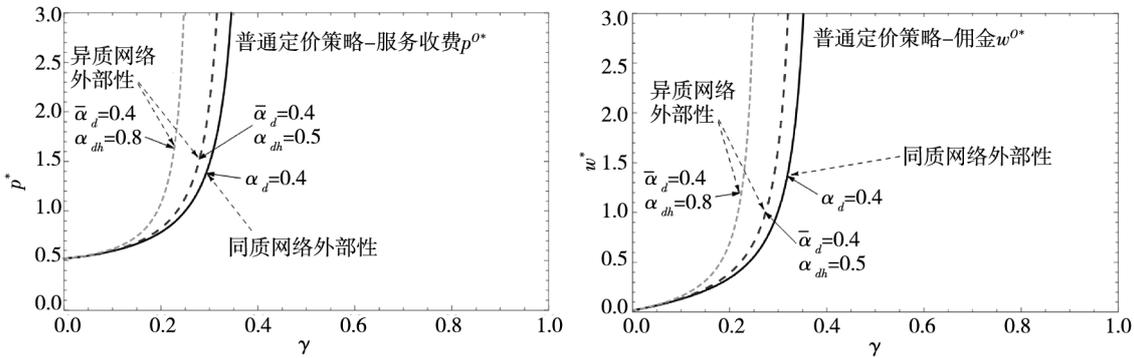
平台收益最大,且必有 $p^{OD*} > 0$,但为使 $w^{OD*} > 0$,应

满足 $c_{pv} < \xi' - 2\bar{\alpha}_d$.其中 $\xi' = \gamma\lambda q_h + \alpha_c + \bar{\alpha}_d$.

通过仿真可得普通定价策略下,考虑异质网络外部性的决策变量关于质量偏好 γ 的变化趋势与前文所得决策变量的变化趋势基本一致,即最优服务收费和支付佣金返点随质量偏好的增加而

增加,若高质量提供者的网络外部性系数 α_{dh} 与加权系数 $\bar{\alpha}_d$ 的差异与质量偏好均变大时,最优决

策变量的变化幅度增加,如图 9 所示(参数设置 $\alpha_c = 0.5, \lambda = 0.5, q_h = 6, c_{pv} = 0.05$)。



(a) 最优服务收费 p^* (b) 最优支付佣金返点 w^*
图 9 考虑异质网络外部性情形下 γ 对普通定价策略最优决策变量的影响对比

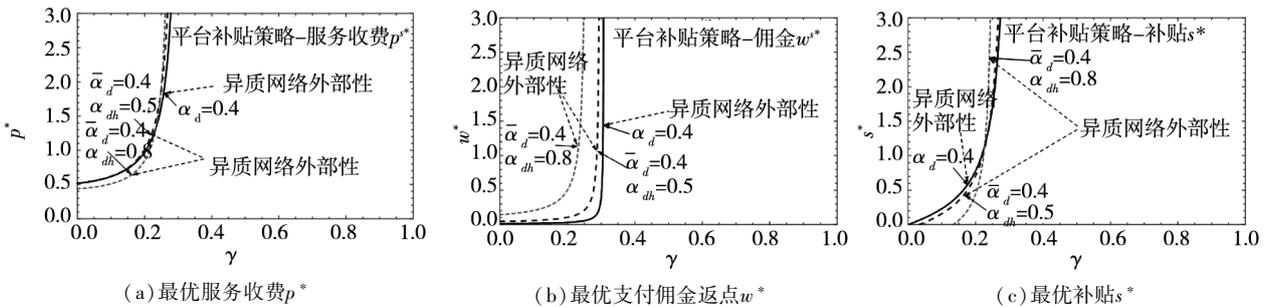
Fig. 9 γ effects on the optimal decision variables of OS under considering differences network externalities

2) 平台补贴策略

同理可得平台补贴策略下,当 $\max \left[\left(\xi' - \sqrt{4 - \frac{\lambda(\gamma\lambda q_h - \gamma q_h + \bar{\alpha}_d - \bar{\alpha}_{dh})^2}{1 - \lambda}} \right), 0 \right] < c_{pv} < \xi'$ 时,存在唯一最优解 $(p^{SD*}, w^{SD*}, s^{D*})$ 能够使平台收益最大,且必有 $p^{SD*} > 0$, 但为使 $s^{D*} > 0, w^{SD*} > 0$, 应满足 $\alpha_{dh} < \gamma q_h + \alpha_{dl}$ 和 $c_{pv} < \alpha_c +$

$$\frac{\lambda \alpha_{dh} - \bar{\alpha}_d}{1 - \lambda}$$

通过仿真可得平台补贴策略下,考虑异质网络外部性的决策变量关于质量偏好 γ 的变化趋势与前文所得决策变量的变化趋势基本一致,最优服务收费、支付佣金返点和补贴金额随质量偏好的增加而增加,若高质量提供者的网络外部性系数 α_{dh} 与加权系数 $\bar{\alpha}_d$ 的差异变大时,最优决策变量的变化幅度增加,如图 10 所示(参数设置同图 9)。



(a) 最优服务收费 p^* (b) 最优支付佣金返点 w^* (c) 最优补贴 s^*
图 10 考虑异质网络外部性情形下 γ 对平台补贴策略最优决策变量的影响对比

Fig. 10 γ effects on the optimal decision variables of SS under considering differences network externalities

3) 引流联盟策略

引流联盟策略下,当 $\max[\xi' - \lambda, 0] < c_{pv} < \xi'$ 且 $\rho > 1$ 时,存在唯一最优解 $(p^{AD*}, w^{AD*}, x^{D*})$ 能够使平台收益最大,且必有 $p^{AD*} > 0, x^{D*} > 0$, 但为使 $w^{AD*} > 0$, 应满足 $c_{pv} < \gamma\lambda q_h + \alpha_c - \frac{\rho \bar{\alpha}_d}{\rho - 1}$ 。

与前文所得决策变量的变化趋势基本一致,最优服务收费、支付佣金返点和引流数量随质量偏好的增加而增加,若高质量提供者的网络外部性系数 α_{dh} 与加权系数 $\bar{\alpha}_d$ 的差异变大时,最优决策变量的变化幅度增加,如图 11 所示(参数设置同图 9,此外 $\rho = 3$)。

通过仿真可得引流联盟策略下,考虑异质网络外部性的决策变量关于质量偏好 γ 的变化趋势

结论 11 无论网络外部性是否具有异质性,用户质量偏好对平台最优决策的影响都基本一

致,因此平台企业传统关注网络外部性和服务水平,其实更应重视降低运营成本,才能灵活改变策略.

通过比较发现在异质网络外部性情形下,用户质量偏好对三种策略下平台最优决策的影响与

同质网络外部性情形时基本一致. 高低质量提供者网络外部性的差异并没有给平台策略带来太大的影响. 结合第四节讨论,影响平台最优定价策略主要因素还是平台运营成本.

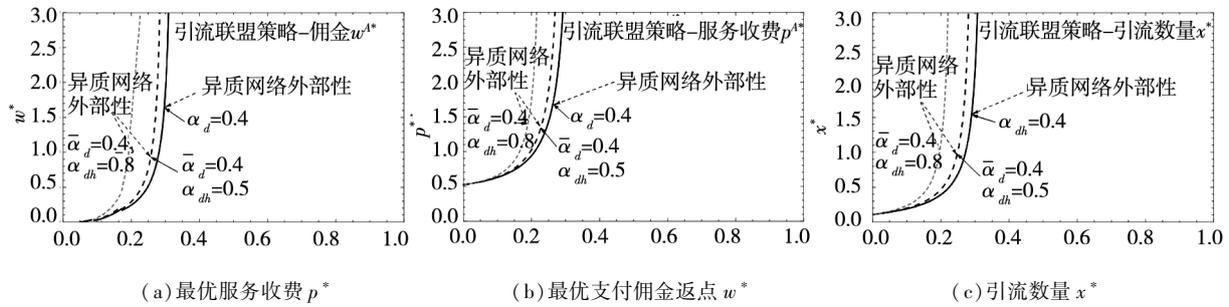


图 11 考虑异质网络外部性情形下 γ 对引流联盟策略最优决策变量的影响对比

Fig. 11 γ effects on the optimal decision variables of AS under considering differences network externalities

6.3 考虑非完全信息的模型拓展

提供者上平台时,平台将面临逆向选择问题.需重新设计佣金返点契约,以实现对提供者类型甄别;换言之,不对称信息将迫使平台改变原先的佣金返点策略,无法再采取佣金统一制的混同定价策略,否则将出现“劣币驱逐良币”现象.平台应设计差异化佣金制,即给予高低质量提供者不同的佣金返点.因此,本节提出基础佣金与质量激励相结合的分离合定价策略.

为实现对提供者隐匿信息的甄别,科创平台设计佣金返点分离合同 $\{(w_h, k_h), (w_l, k_l)\}$ 来区分高低质量提供者,即高质量提供者获得佣金返点为 $w_h + k_h q_h$,低质量提供者获得佣金返点为 $w_l + k_l q_l$,其中 $w_{h(l)}$ 表示高(低)质量提供者的基础佣金返点、 $k_{h(l)}$ 表示其质量激励系数,由此形成基础佣金返点与质量激励相结合的佣金返点机制.鉴于此,科创平台优化问题可表示为

$$\begin{aligned} \max \pi_p(p, w_h, w_l) &= p n_c - (w_h + k_h q_h) n_{dh} - \\ &\quad (w_l + k_l q_l) n_{dl} - c_{pv} n_c n_d \\ \text{s. t. } n_c &> 0, n_d > 0, n_{dh} > 0, n_{dl} > 0 \\ \alpha_d n_c + w_h + k_h q_h - f_{dh} &\geq \alpha_d n_c + w_l + k_l q_l - f_{dh} \\ \alpha_d n_c + w_l + k_l q_l - f_{dl} &\geq \alpha_d n_c + w_h + k_h q_h - f_{dl} \end{aligned} \quad (10)$$

$$\alpha_d n_c + w_l + k_l q_l - f_{dl} \geq \alpha_d n_c + w_h + k_h q_h - f_{dh} \quad (11)$$

其中式(10)、式(11)为激励相容约束,式(10)防止高质量提供者假冒为低质量提供者,式(11)防止低质量提供者假冒为高质量提供者.式(10)和式(11)相加化简可得 $(k_h - k_l)(q_h - q_l) \geq 0$,由

于 $q_h \geq q_l$,则需 $k_h \geq k_l$,否则分离契约失效.且参考张维迎^[43]可知式(10)为紧约束 $w_h - w_l + q_h(k_h - k_l) = 0$,令 $k_h = \Delta + k_l$,则 $w_l = w_h + \Delta q_h$.虽然低质量提供者获得的基础佣金返点似乎更高,但是考虑高质量提供者存在质量激励,事实上 $w_h + k_h q_h \geq w_l + k_l q_l$,即高质量提供者实际获取佣金返点更高.

此时优化问题化为

$$\begin{aligned} \max \pi_p(p, w_h) &= p n_c - (w_h + k_h q_h) n_{dh} - \\ &\quad (w_h + \Delta q_h + k_l q_l) n_{dl} - c_{pv} n_c n_d \\ \text{s. t. } n_c &> 0, n_d > 0, n_{dh} > 0, n_{dl} > 0 \end{aligned} \quad (12)$$

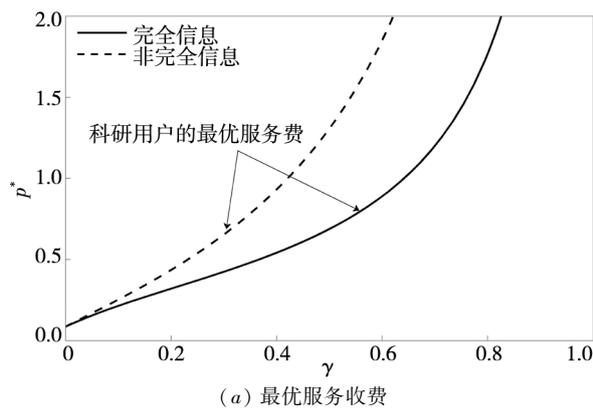
加入平台的高质量提供者数量 $n_{dh} = \lambda \int_0^{\alpha_d n_c + w_h + k_h q_h} d(f_{dh}) = \lambda (\alpha_d n_c + w_h + k_h q_h)$,低质量提供者数量 $n_{dl} = (1 - \lambda) \int_0^{\alpha_d n_c + w_l + k_l q_l} d(f_{dl}) = (1 - \lambda) (\alpha_d n_c + w_l + k_l q_l)$,由前文可知 $q_l = 0$,则平台上提供者数量 $n_d = n_{dh} + n_{dl} = \alpha_d n_c + w_h + \lambda k_h q_h + \Delta q_h (1 - \lambda)$,平台上科研用户数量 $n_c = \int_{-(\alpha_d n_c + \gamma q_h n_{dh} - p)}^1 d(\theta_c) = 1 + \alpha_d n_d + \gamma q_h n_{dh} - p$.进行求解可得.

命题4 当 $\max [(\xi - 2), 0] < c_{pv} < \xi$ 时,存在唯一均衡解 (p^*, w_h^*, w_l^*) 使平台在普通定价策略下收益最大.

对比非完全信息情景下分离合定价策略中的 p^* 和完全信息情景下普通定价策略 p^{0*} 的表达式

可知,在非完全信息情形下,向科研用户收取的服务费更高;可采取最优佣金返点分离合同 $\{(w_h^*, k_h), (w_l^*, k_l)\}$,向高质量科研用户支付基础佣金返点与质量激励策略,能够使科创平台收益最大。

结论 12 在非完全信息情形下,科创平台设计佣金返点分离合同时,可选择给予高质量提供者的基础佣金返点低于低质量提供者,同时给予高质量提供者的质量激励系数高于低质量提供者,无法同



时给予高质量提供者更高的基础佣金返点和质量激励系数,否则佣金返点分离合同失效。

结论 13 平台无法甄别提供者的质量信息时,应对低质量提供者设置较高的基础佣金返点和较低的质量激励系数,才能使平台收益最大。

通过仿真可得,完全信息和非完全信息情形下平台的最优服务收费和最优佣金返点关于质量偏好 γ 的变化趋势,如图 12 所示(参数设置同图 5,此外 $k_l = 0.2, k_h = 0.9$)。

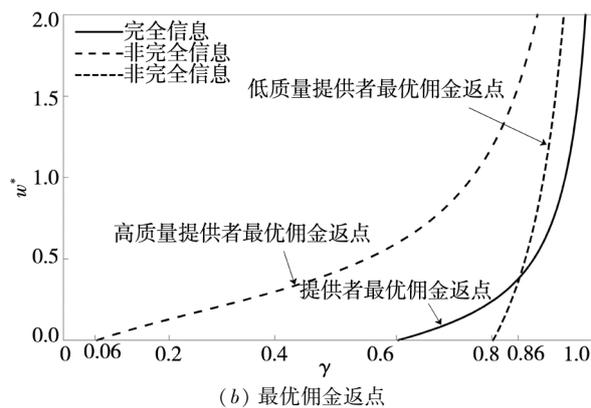


图 12 最优服务收费和最优佣金返点关于质量偏好 γ 的变化趋势

Fig. 12 p^* and w^* trends in the γ of the quality preference coefficient

结论 14 若无法甄别提供者的质量信息,平台为获得最大收益需要向科研用户收取更高的服务费来抵消信息不完全给平台带来的风险;真正高质量提供者获得的实际佣金返点一定大于低质量提供者。

7 结束语

如何通过科创平台服务供应链实现我国科技创新和成果的转移转化已经成为各界关注的重点,不同成本类型的科创平台在不同情形下应选择哪种定价策略是平台可持续发展的重要决策。

7.1 研究结论

1) 针对平台用户对质量偏好需求增大的情景,在普通定价策略和引流联盟的最优策略下提高服务收费有利于科创平台实现效益最优,而在平台补贴策略下,加大对高质量提供者的补贴力度有利于科创平台实现效益最优,同时只针对网络外部性系数较高的平台需求用户提高服务收费。

2) 通过普通定价、平台补贴和引流联盟三种

策略的对比分析发现,相较于普通定价策略,平台补贴和引流联盟策略均能为科创平台带来更高收益,并且较低的质量偏好对平台的引流联盟策略更有利;反之较高的质量偏好更有利于平台补贴策略下的平台收益。另外,当质量偏好增加到一定程度时,最优平台补贴金额、高质量提供者的引流数量及平台利润会陡峭式增长,此时两种策略均应采用积极行动,以获得更高收益。

3) 为实现科创平台利润最大化,高质量提供者占比不足时,高等院校实验室上平台共享设备资源的这类在线交易的科创平台,应尽可能采用引流联盟策略进行高端引流;高质量提供者占比适中时,中试类平台应采取平台补贴策略吸引更多高质量提供者加入;而大科学装置类科创平台只有在高质量提供者占比相对很高时,才会采取补贴或引流联盟策略。

4) 创新失败给科研用户带来的负效用越高、失败的概率越高,则科创平台只能在更高的质量偏好下才能实现平台利润的大幅度增长。

5) 若平台无法甄别提供者的质量信息,则可通过最优佣金返点分离合同使科创平台收益最

大,但不能同时给予高质量提供者较高的基础佣金返点和较高的质量激励系数,应对低质量提供者设置较高的基础佣金返点和较低的质量激励系数,同时可向科研用户收取更高的服务费来抵消信息不完全给平台带来的风险。

7.2 研究价值

1) 结合现实情境,考虑平台两端网络外部性的前提下,刻画了普通定价、平台补贴和引流联盟三种定价策略,创新性地研究了平台补贴和引流联盟两种策略对科创平台可持续发展的影响机制,丰富了科创平台相关领域的理论研究; 2) 针对平台双边用户的供给和需求特点的现实情境,面对科研用户对服务质量的不同偏好,具体分析了科研用户质量水平偏好对三种定价策略的影响,为不同成本类型科创平台的定价决策提供实践借鉴; 3) 详细分析了三种定价策略下的适用范围,并且在考虑平台单位运营成本和供给端高质量提供者占比的不同组合下,平台应采取何种策略能够实现平台利润最大化目标; 4) 基于科创平台服务供应链视角整合科创资源,有效提升资源

配置和使用效率,助力高水平科技自立自强。

7.3 管理启示

1) 通过向科研用户收取服务费、向资源提供者支付佣金返点的方式能够实现科创平台服务供应链的价值共创,但科创平台应尽可能控制运营成本,这样才更有能力向资源提供方支付佣金返点; 2) 低运营成本的科创平台在供给端提供者质量普遍不高时,应通过引流联盟的定价策略,引流高质量提供者达成战略合作; 运营成本相对较高的科创平台选择平台补贴策略更为有利; 3) 对创新失败更加敏感的科研用户进行风险较高的科研活动时,科创平台更应积极提高平台上的配套服务质量水平; 4) 科创平台在无法甄别提供者质量信息时,可设计包含基础佣金返点和质量激励的分离合同,为高质量提供者制定较高的质量激励系数,同时向科研用户收取更高的服务费。

科创平台向科研用户收取会员服务费的同时还可根据资源提供者的配套服务质量水平及资源利用情况收取差异化的交易服务费,这将是下一步需开展的研究工作。

参考文献:

- [1] 谢家平, 夏宇, 梁玲, 等. 科研设备共享平台的配套服务水平决策[J]. 运筹与管理, 2021, 30(3): 65-70.
Xie Jiaping, Xia Yu, Liang Ling, et al. Service level decision of scientific instrument sharing platform[J]. Operations Research and Management Science, 2021, 30(3): 65-70. (in Chinese)
- [2] 钟琦, 杨雪帆, 吴志樵. 平台生态系统价值共创的研究述评[J]. 系统工程理论与实践, 2021, 41(2): 421-430.
Zhong Qi, Yang Xuefan, Wu Zhiqiao. A review of value co-creation in platform ecosystems[J]. System Engineering: Theory & Practise, 2021, 41(2): 421-430. (in Chinese)
- [3] 王琳, 陈志军. 价值共创如何影响创新型企业的即兴能力? ——基于资源依赖理论的案例研究[J]. 管理世界, 2020, 36(11): 96-110.
Wang Lin, Chen Zhijun. How does value co-creation affect the improvisational capabilities of innovative enterprise: A case study based on resource dependence theory[J]. Journal of Management World, 2020, 36(11): 96-110. (in Chinese)
- [4] Zhu W, Xie J, Xia Y, et al. Getting more third-party participants on board: Optimal pricing and investment decisions in competitive platform ecosystems[J]. European Journal of Operational Research, 2023, 307(1): 177-192.
- [5] 孔令文, 徐长生, 易鸣. 市场竞争程度、需求规模与企业技术创新——基于中国工业企业微观数据的研究[J]. 管理评论, 2022, 34(1): 118-129.
Kong Lingwen, Xu Changsheng, Yi Ming. Market competition, market demand and firm innovation: A research based on firms' micro-data of manufacturing industries in China[J]. Management Review, 2022, 34(1): 118-129. (in Chinese)
- [6] Zha Y, Zhang J, Yue X, et al. Service supply chain coordination with platform effort induced demand[J]. Annals of Operations Research, 2015, 235: 785-806.
- [7] Wang S, Chen H, Wu D. Regulating platform competition in two-sided markets under the O2O era[J]. International Journal of Production Economics, 2019, 215: 131-143.
- [8] Kumar V. Platform ecosystems: Aligning architecture, governance, and strategy[J]. Journal of Information Technology Cases & Applications, 2018, 20(2): 90-92.

- [9] Xie J, Zhu W, Wei L, et al. Platform competition with partial multi-homing: When both same-side and cross-side network effects exist[J]. *International Journal of Production Economics*, 2021, 233: 108016.
- [10] Parker G G, Van Alstyne M W, Choudary S P. Platform Revolution: How Networked Markets are Transforming the Economy and How to Make Them Work for You[M]. New York: WW Norton & Company, 2016.
- [11] Armstrong M. Competition in two-sided markets[J]. *RAND Journal of Economics*, 2006, 37(3): 668 – 691.
- [12] Rochet J C, Tirole J. Platform competition in two-sided markets[J]. *Journal of the European Economic Association*, 2003, 1(4): 990 – 1029.
- [13] 马文聪, 叶阳平, 徐梦丹, 等. “两情相悦”还是“门当户对”: 产学研合作伙伴匹配性及其对知识共享和合作绩效的影响机制[J]. *南开管理评论*, 2018, 21(6): 95 – 106.
Ma Wencong, Ye Yangping, Xu Mengdan, et al. To love each other or to be equal status: The university-industry collaboration partner fit and its impact on knowledge sharing and cooperation performance[J]. *Nankai Business Review*, 2018, 21(6): 95 – 106. (in Chinese)
- [14] 谢家平, 孔詠炜, 张为四. 科创平台的网络特征、运行治理与发展策略——以中关村、张江园科技创新实践为例[J]. *经济管理*, 2017, 39(5): 36 – 49.
Xie Jiaping, Kong Hewei, Zhang Weisi. S&T innovation platform: Network characteristics, operation governance and development strategy: A case study from S&T innovation practice of Zhongguancun and Zhangjiang Park[J]. *Business and Management Journal*, 2017, 39(5): 36 – 49. (in Chinese)
- [15] Birge J, Candogan O, Chen H, et al. Optimal commissions and subscriptions in networked markets[J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2021, 23(3): 569 – 588.
- [16] 陈斐然, 朱道立. 垄断双边平台的价格策略和数量策略设计问题[J]. *管理科学学报*, 2021, 24(3): 18 – 31.
Chen Feiran, Zhu Daoli. Price strategy and network-size allocation strategy in monopoly two-side platform[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2021, 24(3): 18 – 31. (in Chinese)
- [17] Zhang J, Cao Q, He X. Contract and product quality in platform selling[J]. *European Journal of Operational Research*, 2019, 272(3): 928 – 944.
- [18] Bakos Y, Halaburda H. Platform competition with multihoming on both sides: Subsidize or not[J]. *Management Science*, 2020, 66(12): 5599 – 5607.
- [19] Dou Y, Wu D J. Platform competition under network effects: Piggybacking and optimal subsidization[J]. *Information Systems Research*, 2021, 32(3): 820 – 835.
- [20] Feng L, Zheng X, Govindan K, et al. Does the presence of secondary market platform really hurt the firm? [J]. *International Journal of Production Economics*, 2019, 213: 55 – 68.
- [21] Chellappa RK, Mukherjee R. Platform preannouncement strategies: The strategic role of information in two-sided markets competition[J]. *Management Science*, 2021, 67(3): 1527 – 1545.
- [22] Wang Q, Hui K. Technology mergers and acquisitions in the presence of an installed base: A strategic analysis[J]. *Information Systems Research*, 2017, 28(1): 46 – 63.
- [23] Chen Y J, Dai T, Korpeoglu C G, et al. Om forum-innovative online platforms: Research opportunities[J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2020, 22(3): 430 – 445.
- [24] 张 凯. 第三方卖家视角下复合型电商平台商业模式研究[J]. *管理科学学报*, 2019, 22(4): 110 – 126.
Zhang Kai. Business models of hybrid E-commerce platforms: The number of third-party[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2019, 22(4): 110 – 126. (in Chinese)
- [25] Kim J H, Prince J, Qiu C. Indirect network effects and the quality dimension: A look at the gaming industry[J]. *International Journal of Industrial Organization*, 2014, 37(11): 99 – 108.
- [26] Liu W, Yan X, Wei W, et al. Pricing decisions for service platform with provider's threshold participating quantity, value-added service and matching ability[J]. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2019, 122: 410 – 432.
- [27] Huang P, Lyu G, Xu Y. Quality regulation on two-sided platforms: Exclusion, subsidization, and first-party applications [J]. *Management Science*, 2022, 68(6): 4415 – 4434.
- [28] 李东红, 陈昱蓉, 周平录. 破解颠覆性技术创新的跨界网络治理路径——基于百度 Apollo 自动驾驶开放平台的案例研究[J]. *管理世界*, 2021, 37(4): 130 – 159.

- Li Donghong, Chen Yurong, Zhou Pinglu. Paths of cross-boundary network governance in introducing disruptive technological innovation: The case of Baidu Apollo autonomous driving open platform[J]. *Journal of Management World*, 2021, 37(4): 130–159. (in Chinese)
- [29] 陈 剑, 刘运辉. 数智化使能运营管理变革: 从供应链到供应链生态系统[J]. *管理世界*, 2021, 37(11): 227–240+14. Chen Jian, Liu Yunhui. Operations management innovation enabled by digitalization and intellectualization: From supply chain to supply chain ecosystem[J]. *Journal of Management World*, 2021, 37(11): 227–240+14. (in Chinese)
- [30] Bhargava H K. The creator economy: Managing ecosystem supply, revenue sharing, and platform design[J]. *Management Science*, 2021: 1–19.
- [31] 梁开荣, 李登峰. 竞合模式对平台供应链线上分销策略的影响研究[J/OL]. *中国管理科学*: 1–14. DOI: 10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2021.1597. Liang Kairong, Li Dengfeng. The analysis of the impact of co-opetition modes on online distribution strategy in platform supply chain[J/OL]. *Chinese Journal of Management Science*: 1–14. DOI: 10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2021.1597. (in Chinese)
- [32] 孔詠炜, 梁 玲, 石明虹, 等. 科创平台绩效机理研究: 网络嵌入视角[J]. *上海对外经贸大学学报*, 2022, 29(1): 96–108. Kong Hewei, Liang Ling, Shi Minghong, et al. Research on the performance mechanism of S&T innovation platform: From the perspective of network embedding[J]. *Journal of SUIBE*, 2022, 29(1): 96–108. (in Chinese)
- [33] Saadatmand F, Lindgren R, Schultze U. Configurations of platform organizations: Implications for complementor engagement[J]. *Research Policy*, 2019, 48(8): 103770.
- [34] 孔令丞, 许建红, 刘鲁浩, 等. 科创网络推动区域创新的作用机理及实证分析——来自省级面板数据的证据[J]. *上海经济研究*, 2019(4): 43–54. Kong Lingcheng, Xu Jianhong, Liu Luhao, et al. The mechanism and empirical analysis of technological innovation network promoting regional innovation: From the provincial panel data[J]. *Shanghai Journal of Economics*, 2019(4): 43–54. (in Chinese)
- [35] Hagiu A. Two-sided platforms: Product variety and pricing structures[J]. *Journal of Economics & Management Strategy*, 2009, 18(4): 1011–1043.
- [36] Rochet J C, Tirole J. Tying in two-sided markets and the honor all cards rule[J]. *International Journal of Industrial Organization*, 2008, 26(6): 1333–1347.
- [37] Porter M E. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*[M]. New York: Free Press, 1985.
- [38] 徐 欣, 郑国坚, 张腾涛. 研发联盟与中国企业创新[J]. *管理科学学报*, 2019, 22(11): 33–53+81. Xu Xin, Zheng Guojian, Zhang Tengtao. R&D alliances and Chinese corporate innovation[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2019, 22(11): 33–53+81. (in Chinese)
- [39] Dou G, He P, Xu X. One-side value-added service investment and pricing strategies for a two-sided platform[J]. *International Journal of Production Research*, 2016, 54(13): 3808–3821.
- [40] 孙晓华, 郭 旭, 王 昀. 政府补贴、所有权性质与企业研发决策[J]. *管理科学学报*, 2017, 20(6): 18–31. Sun Xiaohua, Guo Xu, Wang Yun. Government subsidy, ownership, and firms' R&D decisions[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2017, 20(6): 18–31. (in Chinese)
- [41] 李春涛, 宋 敏. 中国制造业企业的创新活动: 所有制和 CEO 激励的作用[J]. *经济研究*, 2010, 45(5): 55–67. Li Chuntao, Song Min. Innovation activities in Chinese manufacturing firms: The roles of firm ownership and CEO incentives[J]. *Economic Research Journal*, 2010, 45(5): 55–67. (in Chinese)
- [42] 谭春桥, 刘瑞环, 赵程伟. 基于区块链技术的疫苗供应链定价策略研究[J]. *管理工程学报*, 2022, 36(6): 205–220. Tan Chunqiao, Liu Ruihuan, Zhao Chengwei. Pricing strategy of vaccine supply chain based on blockchain technology[J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering*, 2022, 36(6): 205–220. (in Chinese)
- [43] 张维迎. *博弈论与信息经济学*[M]. 上海: 上海人民出版社, 2004. Zhang Weiyong. *Game theory and Information Economics*[M]. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 2004. (in Chinese)

Pricing strategy for the service supply chain of S&T innovation platforms: Platform “burning money” or piggybacking alliance?

XIE Jia-ping^{1,2}, ZHANG Guang-si^{2,1*}, HU Qiang^{3,1}, LIANG Ling^{4,2}, KONG Ling-cheng^{5,2}

1. College of Business, Shanghai University of Finance & Economics, Shanghai 200433, China;
2. School of Business Administration, Xinjiang University of Finance and Economics, Urumqi 830012, China;
3. Shanghai University of Finance & Economics Zhejiang College, Jinhua 321013, China;
4. School of Management, Shanghai University of International Business and Economics, Shanghai 201620, China;
5. School of Business, East China University of Science and Technology, Shanghai 200237, China

Abstract: In the era of innovation-driven development, it is of great significance to the S&T innovation platform and social economy to provide supporting services for resource sharing for innovation and to realize the effective use of scientific and technological innovation resources through the platform supply chain, thereby revitalizing social resources. The level of supporting services provided by science and technology resource providers on the S&T innovation platform not only affects their innovation output, but also affects the number of users who join the platform. Considering the actual situation of China's science and technology innovation, this paper examines the preference of scientific research for the quality of the supporting services provided by resource providers on the platform. Game theory is applied to studying the pricing decisions of the S&T innovation platform. Two strategies, platform subsidies and piggybacking alliances, are extensively examined based on ordinary pricing strategies. Based on the realistic situation of the supply and demand characteristics of users on both sides of the platform, the profit maximization strategies of different types of S&T innovation platforms are revealed. The research has found that under the three strategies, the platform pays commission to resource providers within a certain range of unit operating costs. The commission increases with the increase of user quality preference coefficient, and the optimal subsidy amount and drainage quantity also increase. Comparing the three strategies, the service fee of the platform is the lowest under SS and the highest under AS, both of which can bring higher returns to the platform under certain conditions. Different types of S&T innovation platforms should choose different pricing strategies to maximize platform profits when the proportion of high-quality resource providers in the market is different. In addition, after considering the characteristics of innovation risk, a higher quality preference coefficient is required to achieve a substantial increase in the profits of the S&T innovation platform.

Key words: S&T innovation platform; platform supply chain; platform subsidies; enterprise alliances; piggybacking