

# 基于效果定价模式的网络直播广告定价决策研究

李 莉, 胡 娇\*

(南京理工大学 经济管理学院, 江苏 南京 210094)

**摘要:**网络直播广告作为一种新型营销方式快速发展,优化直播广告运营主体努力水平及定价策略是一项值得深入研究的课题。本文基于广告投放效果的两种定价模式,构建了包含两个广告商和一个主播的网络直播广告定价决策模型,探索广告商与主播的最优努力水平选择及广告定价策略。研究发现:CPW(cost per watch)定价模式下,广告商承担了消费者是否购买的不确定性风险,当消费者敏感性系数偏低时,广告商会提交较低的出价,且B/D两类广告商赢得竞拍的概率相等;对比CPW模式,在CPA(cost per action)定价模式下广告商的努力水平更低,且CPA定价模式中B型(品牌型)广告商赢得竞拍的概率更大,但赢得竞拍的广告商边际利润往往较低;与广告商相反,主播在CPA定价模式下的收益大于CPW,且随消费者敏感性系数的增加,两种定价模式下的收益差逐渐增大;CPW定价模式下预期观看直播的用户量和购买率均高于CPA,网络直播市场倾向于从CPW广告定价合同中获得较大收益。

**关键词:**直播广告;定价模式;努力水平;广告决策

**中图分类号:** F713.8

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1004-6062(2024)01-0193-012

**DOI:** 10.13587/j.cnki.jieem.2024.01.014

## 0 引言

2020年受全国新冠疫情的影响,网络直播带货的广告模式迅速在线上消费市场发展起来。根据CNNIC报告,截至2020年3月,电商直播用户规模达2.65亿,占网购用户的37.2%<sup>①</sup>。网络直播广告与传统视频广告有很大差异,首先直播广告指的是在直播平台上,由主播向其直播间内的观众展示的广告。而传统视频广告则是视频平台通过发布视频内容嵌入广告,视频的发布者与观看视频的用户没有直接的互动。较之视频广告模式,直播广告下商家和主播合作产生直播内容,满足用户对内容的多元需求<sup>[1-2]</sup>。通常,主播需要在其管理的直播间聚集一定规模的用户,在直播过程中展示广告商的产品广告并与观看直播的用户实时互动,同时可实现引流、体验、购买和分享<sup>[3]</sup>,其中主播需要选择直播广告定价模式,广告商竞拍直播广告位并按观看直播的用户量或即时购买量支付主播一定的广告费用。

从实践上看,直播广告可充分发挥主播的粉丝经济效应,主播通过努力不仅能增加观看直播的用户量,还能促进购买率提升,直接影响到广告商与广告发布者的预期收益。例如,疫情期间,人民日

报携手明星主播为湖北带货,直播单场引导成交额达2.26亿,吸引1091万用户观看,累计观看次数1.22亿<sup>②</sup>。可见,网络直播广告作为一种新营销模式,已经成为网络经济中最为活跃的组成部分,在激活消费市场、带动国内经济需求提速升级等方面发挥了重要作用<sup>[4]</sup>。

目前关于网络广告付费方式主要有两类:其一,按投放量付费,包括按时间付费(cost per time, CPT)、按展示付费(cost per mille, CPM)等;其二,按投放效果付费,包括CPW(cost per watch,按每次观看付费)、CPC(cost per click,按点击计费)、按行动付费(cost per action, CPA)等<sup>[5-6]</sup>。实质上,直播广告以追求更多的用户观看和更高的购买率为其绩效标准,主要存在按每次观看付费(CPW)和每次行动(购买)付费(CPA)两种效果定价模式。其中CPW定价模式下广告商需要为观看直播的用户量付费,CPA定价模式要求广告商为直播过程产生的即时购买支付广告费。在网络直播广告的决策过程中,首先,主播确定广告的效果定价模式CPW或CPA,进而广告商观察到主播的定价模式和粉丝流量等特征后选择主播并确定广告报价;其次,广告商确定自己的努力水平,努力提升产品的品牌形象

**收稿日期:** 2021-08-26

**基金项目:** 国家自然科学基金项目(71771122)。

**\* 通讯作者:** 胡娇(1992—),女,河南信阳人;南京理工大学经济管理学院博士研究生;研究方向:营销决策建模。

① 资料来源:CNNIC中国互联网络信息中心《第45次中国互联网络发展状况统计报告》。

② 资料来源:中国网《人民日报又上淘宝直播!秒光2亿湖北货》一文。

<https://www.academax.com/doi/10.13587/j.cnki.jieem.2024.01.014>

刺激消费者购买,主播决定广告直播过程的努力水平,主播的努力水平越高,则可能使得观看直播的用户量增加并促进购买率提升。在这一决策过程中,不同的广告效果定价模式下广告商如何竞价?在每种广告效果定价模式下,广告商和主播如何确定最优努力水平?CPW和CPA两种广告效果定价模式对于广告商、主播的收益存在怎样的影响?主播应如何选择广告定价模式?这些问题都会对广告商和主播的运营决策产生显著影响,因而是直播广告运营中至关重要的问题。

## 1 文献回顾

有关网络广告定价策略的研究,学者们已经从不同视角比较了多种广告的各种定价模型。

(1) 由于展示广告存在按投放量定价和按投放效果定价两类定价模式,网络广告定价方面的研究着重比较了多种按投放量定价与按投放效果定价模式之间的广告投资、定价模式选择及其不同定价模式对各参与主体收益的影响。Fjell<sup>[7]</sup>考虑不完全竞争条件分析了不同点击率对每次浏览付费PPV(pay-per-view)和每次点击付费PPC(pay-per-click)两种广告定价模式选择的影响。Zhu和Wilbur<sup>[8]</sup>、Asdemir等<sup>[5]</sup>和Liu和Viswanathan<sup>[9]</sup>基于CPM和CPC两种定价模式,从不同视角探究了广告商与广告发布者的最优广告决策问题。林宏伟等<sup>[10]</sup>通过构建广告商与广告媒体之间的两阶段收益定价模型,发现广告商可以在CPM、CPC和CPA三种定价之间选择一个保证支付成本最低的定价模式。喻海飞和王佰荣<sup>[11]</sup>将广告曝光时间作为浏览质量标准,建立一种基于有效浏览的CPV(cost per-effective view)网络广告定价模型,探究广告商和发布者对CPM和CPV模型的偏好问题。考虑市场风险影响,Moon和Kwon<sup>[12]</sup>基于点击率的不确定性提出了一种CPM和CPC混合定价的期权合同模型,结果表明期权定价合同有助于控制广告商的成本,提高广告发布者的收益。林宏伟等<sup>[13]</sup>考虑CPC定价的点击欺诈问题及CPA定价存在不确定风险,提出了基于风险规避的期权定价模型。Hu等<sup>[14]</sup>研究了广告商的风险规避度对CPC和CPA定价模式之间收益差异的影响。文献梳理发现,关于网络广告定价的研究虽然丰富,但目前大多数研究仅基于一般性展示广告讨论不同定价机制及定价模式的选择,部分学者讨论了市场风险与广告商风险规避对广告定价决策的影响。与已有文献不同,本研究针对网络直播情形下广告商、主播及消费者共同参与的广告定价问题进行建模,基于不同广告效果定价模式探讨广告商的竞价决策及广告定价模式的选择,并

讨论消费者敏感性因素对广告商、主播收益的影响。

(2) 实践中付费搜索广告多采用按效果定价模式,研究者分别研究了CPC和PPA(pay-per-action)定价模式下的广告拍卖报价问题。Ghose和Yang<sup>[15]</sup>运用层次贝叶斯与马尔科夫估计模型量化研究了搜索引擎广告的排名决策和广告商的CPC定价决策,发现广告商倾向于对链接到高质量登录页面的关键词提交较低的出价。Agarwal等<sup>[16]</sup>考虑点击付费存在的不确定风险,研究了在线搜索广告中按特定行为付费PPA定价机制对广告商竞价策略的影响,发现PPA定价模式下广告商可能出现扭曲竞价,估值较低的广告商倾向于提交较高的出价。Ye等<sup>[17]</sup>基于消费者点击付费CPC情形,研究了在线零售商的定价与搜索广告竞拍出价对市场需求的影响,发现零售商提高出价对消费者点击率的影响取决于其提高出价的速度。从付费搜索广告的相关文献可以看出,广告商的竞价行为受不同广告定价模式的影响。

(3) 由于网络视频同时具备了展示和点击互动的属性,因而网络视频广告的定价模式既可以采用按投放量付费的CPM模式,也可以采用按效果付费的CPC模式。Amaldoss等<sup>[18]</sup>基于CPM广告定价模式,从内容定价及广告水平视角研究了视频平台选择提供免费内容、付费无广告及付费有广告三种模式下的最优内容提供策略。谭德庆和李子庆<sup>[19]</sup>基于用户效用分析,探讨了CPM广告定价模式下网络视频运营商的最优广告嵌入量。霍红等<sup>[20]</sup>运用双边市场理论,从用户效用、广告商效用入手,依据CPM广告定价模式构建了视频平台的收入模型,研究视频平台最优会员价格和最优广告投放量。王文怡等<sup>[21]</sup>考虑消费者对视频剧集的偏好和社会影响,研究了网络视频平台的最优广告嵌入量与视频价格。目前对于网络视频广告的研究侧重于CPM定价模式下广告投放量及定价策略的讨论,与传统电视广告决策问题相近。而网络直播广告与之不同,直播广告中的主播一方面可以确定广告定价模式,进而选择广告内容;另一方面也可以决定自己的努力水平以及广告播放中与直播观众的实时互动水平,从而影响直播观众的购买决策。可见,网络直播广告注重主播对消费者的引导作用,主要以观看直播的用户量和购买率作为衡量直播广告效果的依据。现有涉及直播营销策略的研究,郑森圭等<sup>[22]</sup>将直播平台的收入分为打赏收入和其他广告收入,分析了直播平台与主播的委托代理关系,但侧重于讨论直播平台的最优收入分成策略。

不同于以往的研究,本文基于每次观看付费CPW和每次行动(购买)付费CPA两种广告效果定

价模式,分别构建不同效果模式下网络直播广告定价决策模型,从广告商与主播努力策略,以及消费者敏感性视角探讨广告商的竞价决策及广告定价模式选择,分析广告商与主播的努力策略对观看直播用户量及购买率的影响,并揭示不同广告定价模式下广告商、主播及市场整体收益的变化,以期通过网络直播广告定价决策提供理论指导。

## 2 模型描述

由于本研究主要探讨广告商与主播之间的最优努力水平决策及广告定价模式选择,因此广告商与主播合作在直播平台上发布产品广告的决策过程中,将主播和平台视为一个整体,统一简化为主播的决策问题。下面考虑由两个广告商、一个广告发布主播和消费者群体构成的网络直播广告定价决策系统,模型基本结构如图1所示。

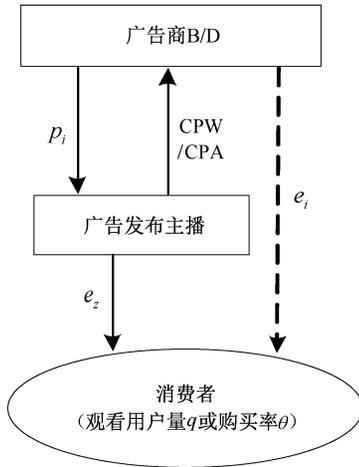


图1 网络直播广告定价博弈基本结构

Figure 1 The basic structure of the live broadcast advertising pricing game

假设广告商1以即时销售为主,简称直销型(D型),专注于促进消费者直接、即时的行动,如购买行为;广告商2旨在提高品牌知名度和建立品牌价值,如针对新产品预售宣传等,其广告会产生较大的延迟效应,简称品牌型(B型)。广告商*i* ( $i = D, B$ ) 通过网络直播渠道向消费者销售一种产品,为提高其销售额或品牌知名度,广告商*i*在直播平台上发起广告需求,并通过第二价格密封拍卖竞标直播广告位<sup>[23]</sup>,广告商*i*的出价为 $p_i$ ,赢得竞标的广告商与主播签订广告合同(CPW或CPA),主播以在线直播的形式将产品展示给消费者,消费者观看直播广告后存在两种行为,即购买或不购买,选择购买的消费者则直接在直播间完成购买流程。假设网络直播市场中消费者规模为1,消费者购买商品的概率为 $\theta$ ,在总销售 $\theta$ 中即时销售的概率为 $s_i$ 。

考虑消费者存在异质性,每个消费者的购买水

平不同,故广告商*i*从每个消费者购买中获得的边际利润( $m_i$ )是有差异的,假设边际利润 $m_i$ 服从(0, 1)上均匀分布,这里, $i = D, B$ 。直销型广告商( $i = D$ )的即时销售概率 $d$ 较高(即 $s_D = d$ ),品牌型广告商( $i = B$ )的即时销售概率 $b$ 较低(即 $s_B = b$ ), $0 < b \leq d < 1$ 。当两个广告商是同一类型时, $b = d$ 。

### 2.1 努力水平与观看直播用户量、购买率

从广告商视角分析,广告商的努力行为对产品购买率有很大影响。首先,广告商通过选择与自身产品特征契合的主播进行广告合作提高购买率;其次,广告商可以通过专业广告语设计、增强企业口碑和信誉等方式吸引消费者购买;最后,广告商还可以设置直接进入店铺的连接以及高级搜索工具提高用户黏性及购买率等<sup>[15,24]</sup>。这里假设广告商*i*为销售产品付出的努力为 $e_i$ 。从广告发布主播的角度分析,主播参与直播广告活动,首先主播会努力吸引更多有共同兴趣的消费者聚在一起,向他们传递有趣、实用的生活/购物技巧,建立与用户的情感联系,锁定目标用户;在产品的选择上,主播不仅需要考虑观看直播的用户需求,比如选择消费者推荐力度高的产品,还需兼顾产品与主播展示利益点的契合度,保证进入直播的产品都是高性价比的精品;在直播过程中,主播会以直观、个性化的方式推荐广告商的产品并与熟悉的粉丝用户互动,增加观看直播的用户体验,进而提高购买率<sup>[25]</sup>。这里将主播为直播产品广告付出的努力记为 $e_2$ 。

选择观看直播的用户量受主播努力水平的影响,当主播的努力水平为 $e_2$ 时,观看该主播直播的用户量为 $q = q_0 + e_2$ , $q_0$ 为初始用户量。假设主播没有付出努力时观看直播的用户量为0,则 $q = e_2$ 。消费者购买行为受广告商和主播两者努力水平影响,购买率 $\theta$ 为广告商与主播努力水平的线性函数, $\theta = \theta_0 + \alpha e_i + \beta e_2$ ,其中 $\theta_0$ 表示广告商与主播努力水平为0时的购买率,不失一般性,假设 $\theta_0 = 0$ , $\alpha, \beta$ 分别表示消费者对广告商、主播努力的敏感性系数,也可以理解为广告商、主播努力的效果,假设广告商和主播的努力始终对消费者产生非负的影响, $\alpha \in [0, 1], \beta \in [0, 1], \alpha, \beta$ 均为外生变量。随着努力水平的提高,广告商和主播的努力成本会越来越高。这里采用二次成本函数表示广告商和主播的努力成本,广告商*i*的努力成本为 $c(e_i) = \frac{e_i^2}{2}$ ,广告发布主播

的努力成本为 $c(e_2) = \frac{e_2^2}{2}$ 。

实际上,广告商选择投放直播广告更关注于直播广告产生的效果,如观看直播的用户量或是直播

活动达到的销售量,而 CPW 和 CPA 模式下发生购买的前提条件是观看直播,然后在直播间完成购买。因此,这里假设主播的努力是为了增加观看直播的用户数量并引导消费者购买。而本模型主要研究观看直播后的购买决策,期望广告商与广告发布主播的努力能提高购买率。

### 2.2 收益函数

这里用  $t$  表示成功投放广告的广告商支付给主播的广告费,广告费  $t$  是观看直播用户量  $q$  或购买率  $\theta$  的函数。广告发布主播通过直播活动获得的收益  $\pi_z$  为广告收入减去努力成本,则  $\pi_z = t(q, \theta) - c(e_z)$ 。

如果广告商  $i$  没有赢得竞标,则获得的净利润为 0;如果获胜,则每次投放广告可获得的收益表示为  $\pi_i = m_i \theta - t(q, \theta) - c(e_i)$ 。

该模型博弈的顺序:首先,广告发布主播选择一种定价模式(CPW 或 CPA);然后,广告商各自独立提交出价  $p_i$ ,主播按照第二价格密封拍卖机制以第二高价与出价最高的广告商签订广告合同;第三,赢得直播广告位的广告商和主播决定最优努力水平  $e_i$  和  $e_z$ ;最后,广告商和主播观察实际购买率并获取各自的收益。

表 1 总结了模型中的全部符号:

表 1 变量及参数

Table 1 Variables and parameters

决策变量	
$e_i$	广告商为销售产品付出的努力
$e_z$	主播为直播产品广告付出的努力
$p_i$	广告商竞拍的出价
其他变量	
$t$	广告商支付给主播的广告费
$\theta$	消费者购买商品的概率
$s_i$	总销售中即时销售的概率
$m_i$	广告商从每次销售中获得的利润
$q$	选择观看主播直播的用户量
$\pi_i$	广告商的收益
$\pi_z$	广告发布主播的收益
参数	
$d$	直销型广告商的即时销售概率
$b$	品牌型广告商的即时销售概率
$\alpha$	消费者对广告商努力的敏感性系数
$\beta$	消费者对主播努力的敏感性系数

### 3 均衡分析

以下分别对 CPW、CPA 定价模式下广告商与广告发布主播的最优努力决策及影响广告商提交出价的进行综合分析。

#### 3.1 CPW 定价模式

在 CPW 定价模式中,广告商支付给主播的广

告费是每人观看的固定费  $t_w$ 。假设广告发布主播总是接受一个非负的中标报价,即  $p_i > 0$ 。

如果广告商  $i$  赢得竞拍,则广告商  $i$  的收益为  $\pi_i = m_i(\alpha e_i + \beta e_z) - qt_w - \frac{e_i^2}{2}$ ;相应地,广告发布主播的收益为:  $\pi_z = qt_w - \frac{e_z^2}{2}$ 。

**命题 1** CPW 定价模式中,广告商  $i$  的出价  $p_i^{CPW} = \frac{\beta + \sqrt{2\alpha^2 + \beta^2}}{2} m_i$ , B 型广告商可能赢得竞拍的概率为  $E[\Pr(i = B)]^{CPW} = \frac{1}{2}$ ;广告商与主播的最优努力水平分别为  $e_i^{CPW} = \alpha m_i, e_z^{CPW} = t_w$ 。

**证明:** 对  $\pi_i, \pi_z$  求一阶偏导,即  $\partial \pi_i / \partial e_i = 0, \partial \pi_z / \partial e_z = 0$ ,得  $e_i^{CPW} = \alpha m_i, e_z^{CPW} = t_w$ ;此时,若广告商  $i$  赢得竞拍,其收益为  $\pi_i = \frac{\alpha^2 m_i^2}{2} + \beta m_i t_w - t_w^2$ 。由于广告商在第二价格密封拍卖中会以其真实价值出价<sup>[26-28]</sup>,即  $\pi_i = 0$ ,解得  $p_i^{CPW} = t_w = \frac{\beta + \sqrt{2\alpha^2 + \beta^2}}{2} m_i$ ,可知边际利润  $m_i$  较高的广告商会赢得竞拍。

由于广告商的边际利润  $m_i (i = D, B)$  均匀分布在  $(0, 1)$  上,则 B 型广告商赢得竞拍的概率为  $E[\Pr(i = B)]^{CPW} = E[\Pr(m_B > m_D)]^{CPW} = \int_0^1 \int_{m_D}^1 dm_B dm_D = \frac{1}{2}$ 。

命题 1 揭示了广告商的边际利润  $m_i$  和消费者敏感性系数  $\alpha, \beta$  对其提交的出价有积极的影响。在 CPW 定价模式下广告商承担观看直播的消费者是否购买的不确定性风险,因为赢得竞标的广告商需要为每人用户观看向主播支付广告费,即使这些观看直播的用户量没有转化为购买量。而相应地,当消费者对广告商、主播努力水平的敏感性系数大于 0,即广告商与主播的努力对购买率提升有促进作用,广告商会倾向于提交较高的出价。另一方面,广告商的出价不会受其类型(D/B 型)的影响,两种广告商的出价策略是一致的,且边际利润更大的广告商会赢得竞拍。可见,CPW 定价模式为两种类型的广告商提供了一个公平的竞争环境,只有较高边际利润的广告商才具备竞争优势。

命题 1 进一步表明广告商的最优努力水平与其出价  $p_i$  和支付  $t_w$  无关,因为消费者进入直播间观看广告商的产品广告时,该观看的成本就变成了沉没成本。当每次广告商的边际利润  $m_i$  更大,或者消费者对其努力的敏感性系数  $\alpha$  更大时,广告商会采取更为积极的努力策略提升其购买率。相应地,在

CPW 模式下,广告发布主播的努力动机来自于广告商的出价,广告商较高的出价会激励主播努力吸引更多的用户观看直播,并从每次观看中获取更大的收益。

**命题 2** 在 CPW 定价模式下,广告商与广告发布主播的收益如下:

$$\pi_i^{CPW} = \frac{\beta + \sqrt{2\alpha^2 + \beta^2}}{6}, \pi_z^{CPW} = \frac{(\beta + \sqrt{2\alpha^2 + \beta^2})^2}{48}。$$

**证明:** 在 CPW 模式中,广告商  $i$  的出价为  $p_i^{CPW} = \frac{\beta + \sqrt{2\alpha^2 + \beta^2}}{2} m_i$ , 广告商以较高的边际利润  $m_i$  赢得竞拍,并支付较低的出价。假设  $m_D, m_B$  随机均匀分布在  $(0, 1)$  上,则

$$t_w^* = \frac{\beta + \sqrt{2\alpha^2 + \beta^2}}{2} m_i \Big|_{\min(m_D, m_B)}。$$

赢得竞拍的广告商收益可表示为:

$$\pi_i^{CPW} = \frac{\beta + \sqrt{2\alpha^2 + \beta^2}}{2} m_i \Big|_{\max(m_D, m_B)} - \frac{\beta + \sqrt{2\alpha^2 + \beta^2}}{2} m_i \Big|_{\min(m_D, m_B)}$$

主播的收益表示为:  $\pi_z^{CPW} = \frac{t_w^2}{2} \Big|_{\min(m_D, m_B)}$

$$= \frac{1}{2} \left( \frac{\beta + \sqrt{2\alpha^2 + \beta^2}}{2} m_i \right)^2 \Big|_{\min(m_D, m_B)}$$

结合均匀分布的特征,计算广告商的收益为:

$$\begin{aligned} \pi_i^{CPW} &= \left\{ \frac{\beta + \sqrt{2\alpha^2 + \beta^2}}{2} \right. \\ &\times \left( \int_0^1 \int_0^{m_D} m_D dm_B dm_D + \int_0^1 \int_{m_D}^1 m_B dm_B dm_D \right) \\ &\left. - \frac{\beta + \sqrt{2\alpha^2 + \beta^2}}{2} \left( \int_0^1 \int_0^{m_D} m_B dm_B dm_D + \int_0^1 \int_{m_D}^1 m_D dm_B dm_D \right) \right\} \\ &= \frac{\beta + \sqrt{2\alpha^2 + \beta^2}}{6}。 \end{aligned}$$

同理,求解主播的收益为:

$$\pi_z^{CPW} = \frac{(\beta + \sqrt{2\alpha^2 + \beta^2})^2}{48}。$$

总之,在 CPW 模式下,广告商需要按观看直播的用户量支付广告费,广告商承担了消费者是否购买的不确定性风险。当广告商、主播努力效果较低,即消费者对广告商、主播努力的敏感性系数  $\alpha, \beta$  较小将直接降低广告商的收益,而此时广告商较低的竞拍出价也影响了主播的收益。可见,尽管 CPW 模式下广告商承担了消费者的不确定性风险,但这

种风险影响了广告商的出价行为,最终直接决定了主播的努力水平及其收益。实际上,CPW 模式下主播采取努力策略的目的是增加更多的用户关注,并没有期望能改善广告商的购买率,因为主播的收益与消费者是否购买无关。主播这种缺乏努力提高购买率的动力体现了委托代理关系中的道德风险问题。

### 3.2 CPA 定价模式

在 CPA 定价模式中,赢得竞拍的广告商  $i$  支付给主播的广告费为  $s_i \theta t_a$ 。其中,  $\theta$  指广告活动产生的总购买率,  $s_i$  指总销售中即时销售的概率,  $t_a$  指每次行动(即每次购买)的固定费。赢得竞拍的广告商  $i$  的收益可表示为:  $\pi_i^{CPA} = (m_i - s_i t_a) \cdot (\alpha e_i + \beta e_z) - \frac{e_i^2}{2}$ ; 广告发布主播的收益为:  $\pi_z^{CPA} = s_i t_a (\alpha e_i + \beta e_z) - \frac{e_z^2}{2}。$

**命题 3** 在 CPA 定价模式中,广告商  $i$  的出价  $p_i^{CPA} = \frac{m_i}{s_i}$ , B 型广告商可能赢得竞拍的概率为

$E[\Pr(i = B)]^{CPA} = 1 - \frac{b}{2d}$ ; 广告商与广告发布主播的最优努力水平分别为  $e_i^{CPA} = \alpha(m_i - s_i t_a)$ 、 $e_z^{CPA} = \beta s_i t_a。$

**证明:** 对  $\pi_i, \pi_z$  求一阶偏导,即  $\partial \pi_i^{CPA} / \partial e_i = 0$ 、 $\partial \pi_z^{CPA} / \partial e_z = 0$ , 得  $e_i^{CPA} = \alpha(m_i - s_i t_a)$ 、 $e_z^{CPA} = \beta s_i t_a。$  代入上式,得  $\pi_i^{CPA} = \frac{\alpha^2}{2} (m_i - s_i t_a)^2 + (m_i - s_i t_a) \beta^2 s_i t_a。$  由于广告商会以其真实价值出价,故  $p_i^{CPA} = t_a = \frac{m_i}{s_i}。$

假设  $\frac{m_D}{d} = n_D, \frac{m_B}{b} = n_B$  分别表示直销型(D型)和品牌型广告商(B型)的出价,则  $n_D \sim U\left(0, \frac{1}{d}\right)$ ,  $n_B \sim U\left(0, \frac{1}{b}\right)$ , 故 B 型广告商赢得竞拍的概率为

$$\begin{aligned} E[\Pr(i = B)]^{CPA} &= E[\Pr(n_B \geq n_D)] \\ &= \int_0^{1/d} \int_{1/d}^{1/b} f(n_B) f(n_D) dn_B dn_D \\ &+ \int_0^{1/d} \int_{n_D}^{1/d} f(n_B) f(n_D) dn_B dn_D = 1 - \frac{b}{2d}。 \end{aligned}$$

由命题 3 可知,广告商  $i$  在 CPA 定价模式中的出价为  $\frac{m_i}{s_i}$ , 表示即时购买率较低的广告商倾向于提交较高的出价(如 B 型品牌广告商),和 D 型广告商

相比,有较大的概率赢得竞拍。此外,CPA 定价策略下广告商的最优出价与消费者的敏感性系数  $\alpha$   $\beta$  均无关,这与 CPW 定价模式形成鲜明对比。究其原因,CPA 模式下广告商只在消费者产生购买行为时才支付广告费,支付发生在广告商与主播实施努力产生效用之后,消除了消费者不确定性因素的影响。换句话说,广告商将消费者的不确定性风险转移给广告发布主播来避免不必要的广告成本,因为在 CPA 模式下只有当产品售出时主播才会获得收益。

命题 3 进一步表明,广告商付出努力水平高低与消费者敏感性系数、边际利润、直播过程的即时购买率以及支付给主播的广告费有决定性关系。消费者对广告商努力较高的敏感性  $\alpha$ 、较高的边际利润  $m_i$ 、较低的即时购买率  $s_i$  以及较低的每次购买广告费  $t_a$  都会促使广告商付出更大的努力。另一方面,即时购买率  $s_i$  越高,广告商的努力水平  $e_i$  将越低。这是因为无论是即时销售还是延迟销售,广告商都会从每次购买中获得收益,但广告商需要为每次即时销售支付广告费。因此,在 CPA 定价模式中,即时购买率较低的品牌型(B 型)广告商比即时购买率较高的直销型广告商(D 型)更有动力去提高努力水平。此外,主播的努力水平与消费者对主播努力的敏感性系数  $\beta$ 、即时购买率  $s_i$ 、广告商出价  $t_a$  成正比。这意味着,在 CPA 模式下广告商的出价越高,消费者对主播提供的产品广告信息越感兴趣,主播越有动力努力提高广告商投放广告的转化率,这与现实中直播营销模式一致。

命题 4 CPA 定价模式下,广告商和广告发布主播的收益为:

$$\pi_i^{CPA} = \frac{\beta^2(3b^3 - 8b^2d + 7bd^2) - \alpha^2(b^3 - 4b^2d + 5bd^2 - 4d^3)}{24d^3}$$

$$\pi_z^{CPA} = \frac{\alpha^2(3b^3 - 8b^2d + 7bd^2) + \beta^2(-3b^3 + 4b^2d + bd^2)}{24d^3}$$

证明: (1) 当  $\frac{1}{d} < n_D < n_B$  时, B 型广告商赢得竞拍,  $s_i = b, t_a = n_D, m_B = bn_B, e_z = \beta bn_D, e_i = \alpha(bn_B - bn_D)$ , 则

$$\begin{aligned} \pi_i^{CPA} &= \frac{\alpha^2}{2}(m_i - s_i t_a)^2 + (m_i - s_i t_a)\beta^2 s_i t_a \\ &= \int_0^{1/d} \int_{1/d}^{1/b} d \cdot b \left[ \frac{\alpha^2}{2}(bn_B - bn_D)^2 \right. \\ &\quad \left. + (bn_B - bn_D)\beta^2 bn_D \right] dn_B dn_D \\ &= \frac{(d-b)(\alpha^2(b^2 - bd + 2d^2) + \beta^2 b(3d-b))}{12d^3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \pi_z^{CPA} &= s_i t_a (\alpha e_i + \beta e_z) - \frac{e_z^2}{2} \\ &= \int_0^{1/d} \int_{1/d}^{1/b} d \cdot b \left[ bn_D(\alpha^2(bn_B - bn_D) + \beta^2 bn_D) \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{2}(\beta bn_D)^2 \right] dn_B dn_D \\ &= \frac{b(d-b)(\alpha^2(3d-b) + 2\beta^2 b)}{12d^3} \end{aligned}$$

(2) 当  $n_D < n_B \leq \frac{1}{d}$ , B 型广告商赢得竞拍,  $s_i =$

$b, t_a = n_D, m_B = bn_B, e_z = \beta bn_D, e_i = \alpha(bn_B - bn_D)$ , 则

$$\begin{aligned} \pi_i^{CPA} &= \frac{\alpha^2}{2}(m_i - s_i t_a)^2 + (m_i - s_i t_a)\beta^2 s_i t_a \\ &= \int_0^{1/d} \int_{n_D}^{1/d} d \cdot b \left[ \frac{\alpha^2}{2}(bn_B - bn_D)^2 \right. \\ &\quad \left. + (bn_B - bn_D)\beta^2 bn_D \right] dn_B dn_D = \frac{b^3(\alpha^2 + \beta^2)}{24d^3} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \pi_z^{CPA} &= s_i t_a (\alpha e_i + \beta e_z) - \frac{e_z^2}{2} \\ &= \int_0^{1/d} \int_{n_D}^{1/d} d \cdot b \left[ bn_D(\alpha^2(bn_B - bn_D) + \beta^2 bn_D) \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{2}(\beta bn_D)^2 \right] dn_B dn_D = \frac{b^3(\alpha^2 + \beta^2)}{24d^3} \end{aligned}$$

(3) 当  $n_B \leq n_D \leq \frac{1}{d}$ , D 型广告商赢得竞拍,  $s_i =$

$d, t_a = n_B, m_D = dn_D, e_z = \beta dn_B, e_i = \alpha(dn_D - dn_B)$ , 则

$$\begin{aligned} \pi_i^{CPA} &= \frac{\alpha^2}{2}(m_i - s_i t_a)^2 + (m_i - s_i t_a)\beta^2 s_i t_a \\ &= \int_0^{1/d} \int_0^{n_D} d \cdot b \left[ \frac{\alpha^2}{2}(dn_D - dn_B)^2 \right. \\ &\quad \left. + (dn_D - dn_B)\beta^2 dn_B \right] dn_B dn_D = \frac{b(\alpha^2 + \beta^2)}{24d} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \pi_z^{CPA} &= s_i t_a (\alpha e_i + \beta e_z) - \frac{e_z^2}{2} \\ &= \int_0^{1/d} \int_0^{n_D} d \cdot b \left[ dn_B(\alpha^2(dn_D - dn_B) + \beta^2 dn_B) \right. \\ &\quad \left. - \frac{1}{2}(\beta dn_B)^2 \right] dn_B dn_D = \frac{b(\alpha^2 + \beta^2)}{24d} \end{aligned}$$

故结合(1)(2)(3)可得:

$$\begin{aligned} \pi_i^{CPA} &= \frac{\beta^2(3b^3 - 8b^2d + 7bd^2) - \alpha^2(b^3 - 4b^2d + 5bd^2 - 4d^3)}{24d^3} \\ \pi_z^{CPA} &= \frac{\alpha^2 b(3b^2 - 8bd + 7d^2) + \beta^2 b(-3b^2 + 4bd + d^2)}{24d^3} \end{aligned}$$

综上,由于 CPA 定价模式将消费者购买的不确定性风险转移给广告发布主播,导致广告商的竞拍出价不受消费者敏感性因素的影响(命题 3)。而广告商与主播的努力水平分别与消费者敏感性系数

有关,当消费者对广告商与主播努力水平的敏感性增强,二者均有动力提高努力水平促进购买率提升。此外,由于CPA模式下广告商支付的广告费用只与即时销售有关,即时购买率越低,广告商付出的努力水平相对越高,可知品牌型广告商(B型)比直销型广告商(D型)更有动力提高努力水平。

## 4 不同定价模式对比分析

### 4.1 CPA定价模式的逆向选择特征

首先分析CPW和CPA两种定价模式下两类广告商的特征差异。由命题1和命题3可知,  $E[\Pr(i=B)]^{CPW} = \frac{1}{2} < E[\Pr(i=B)]^{CPA} = 1 - \frac{b}{2d}$ , 因此与CPW定价模式相比,B型(品牌型)广告商在CPA定价模式中赢得竞拍的概率更大。究其原因,在CPW定价模式下,B/D广告商赢得竞拍的概率相等,而在CPA中B型广告商具备竞争优势,由于B型广告商即时购买率  $s_i$  较低,导致其出价  $p_i^{CPA} = \frac{m_i}{s_i}$  偏高,更可能赢得竞拍。

**推论1** 与CPW定价模式相比,CPA定价模式下赢得竞拍的广告商期望边际利润更低,即  $E(m_i)^{CPA} \leq E(m_i)^{CPW}$ 。

**证明:**在CPW定价模式中,赢得竞拍的广告商期望边际利润为

$$E(m_i)^{CPW} = \int_0^1 \int_0^{m_D} m_D dm_B dm_D + \int_0^1 \int_0^{m_B} m_B dm_D dm_B = \frac{2}{3}$$

在CPA定价模式中,  $\frac{m_D}{d} = n_D, \frac{m_B}{b} = n_B$  分别表示直销型(D型)和品牌型广告商(B型)的出价,  $n_D \sim U(0, \frac{1}{d}), n_B \sim U(0, \frac{1}{b})$ 。则赢得竞拍的广告商期望边际利润  $E(m_i)^{CPA}$  为3个区域的总和,即

$$(a) \text{ 当 } n_B > \frac{1}{d}, E(m_i) = \int_0^{1/d} \int_{1/d}^{1/b} db \cdot bn_B dn_B dn_D = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{b^2}{d^2}\right)$$

$$(b) \text{ 当 } n_D < n_B \leq \frac{1}{d}, E(m_i) = \int_0^{1/d} \int_{n_D}^{1/d} db \cdot bn_B dn_B dn_D = \frac{b^2}{3d^2}$$

$$(c) \text{ 当 } n_B \leq n_D, E(m_i) = \int_0^{1/d} \int_0^{m_D} (db \cdot dn_D) dn_B dn_D = \frac{b}{3d}$$

$$\text{则 } E(m_i)^{CPA} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{b^2}{d^2}\right) + \frac{b^2}{3d^2} + \frac{b}{3d} = \frac{1}{2} + \frac{b}{3d}$$

$$- \frac{b^2}{6d^2}, \text{由函数 } f(x) = \frac{1}{2} + \frac{1}{3}x - \frac{1}{6}x^2 \text{ 在 } [0, 1] \text{ 是递增的,故该区域内最大值为 } f(1) = \frac{2}{3}, \text{即 } E(m_i)^{CPA} \leq \frac{2}{3} = E(m_i)^{CPW}。$$

由推论1可知,由于CPA定价模式中B型(品牌型)广告商具备竞争优势,即使存在边际利润  $m_B < m_D$  的情况,B型广告商也可能赢得竞拍,这反映了CPA定价模式的逆向选择特性。一些广告发布主播选择CPA定价模式,期望能通过更高的购买率而不只是观看量来衡量直播广告的效果,进而吸引更多的直销型广告商(D型)。而结果却相反,CPA定价模式对品牌型广告商(B型)的吸引力更大。更重要的是,CPA模式的逆向选择性增加了边际利润较低的广告商赢得竞拍的可能,这在一定程度上可能限制其在提升市场整体收益方面的作用。

### 4.2 努力水平与观看直播用户量、购买率

在CPW定价模式下,广告发布主播按观看直播的用户量获取收益,主播收益的高低只与广告商的出价  $p_i$  和自己的努力水平  $e_z$  有关,与观看直播的用户购买率  $\theta$  无关,因此主播没有动力去努力提高购买率。而CPA定价模式将主播的收益与用户购买率联系在一起,使得主播有强烈的动机提高努力水平以提升广告商产品的购买率。

对于广告商而言,与CPW定价模式相比,广告商在CPA定价模式下降低了其努力水平。由命题3可知,广告商的最优努力水平与其边际利润有直接关系,而CPA定价策略存在逆向选择性,边际利润较低的广告商会赢得竞拍,进而导致赢得竞拍的广告商作出较低努力水平的决策。

下面对比分析CPW/CPA定价模式下广告商与广告发布主播的努力对观看直播用户量及购买率的影响。

**推论2** CPW定价模式下预期观看直播的用户量高于CPA模式,即  $E(q)^{CPW} > E(q)^{CPA}$ ; 且CPW定价模式的预期购买率高于CPA模式,即  $E(\theta)^{CPW} > E(\theta)^{CPA}$ 。

$$\text{证明: } E(q)^{CPW} = E(e_z)^{CPW} = E(t_w)^{CPW} = \frac{\beta + \sqrt{2\alpha^2 + \beta^2}}{2} \times \frac{2}{3} = \frac{\beta + \sqrt{2\alpha^2 + \beta^2}}{3} > \frac{2\beta}{3}$$

$$E(q)^{CPA} = E(e_z)^{CPA} = \beta E(m_i)^{CPA} = \beta \left( \frac{1}{2} + \frac{b}{3d} - \frac{b^2}{6d^2} \right) \leq \frac{2\beta}{3}, \text{故 } E(q)^{CPW} > E(q)^{CPA}。$$

$$E(\theta)^{CPW} = \alpha E(e_i)^{CPW} + \beta E(e_z)^{CPW} = \alpha^2 E(m_i)^{CPW} + \beta E(t_w)^{CPW} = \frac{2\alpha^2}{3} + \frac{\beta^2 + \beta\sqrt{2\alpha^2 + \beta^2}}{3}$$

$$> \frac{2(\alpha^2 + \beta^2)}{3} > \frac{2\beta^2}{3},$$

$$E(\theta)^{CPA} = \alpha E(e_i)^{CPA} + \beta E(e_z)^{CPA} = \beta^2 E(m_i)^{CPA}$$

$$= \beta^2 \left( \frac{1}{2} + \frac{b}{3d} - \frac{b^2}{6d^2} \right) \leq \frac{2\beta^2}{3}, \text{故 } E(\theta)^{CPW} > E(\theta)^{CPA}.$$

CPW 定价模式下广告主播有强烈的动机去努力增加观看直播的用户量,因此应超过 CPA 模式下的用户量,推论 2 的结果与预想的一致。关于购买率,CPA 模式主要关注用户购买产生的广告费,进而可以推测 CPA 定价模式带来的购买率会高于 CPW,但推论 2 的分析得到相反的结论。可见不同定价机制对购买率的影响是复杂的。首先,CPA 定价策略使得广告商与主播共享用户购买带来的收益,激励主播付出更大的努力,但同时降低了广告商努力的动机,由  $e_i^{CPA} < e_i^{CPW}$  可知,CPA 定价策略下广告商的努力水平更低。此外,由于 CPA 模式存在逆向选择特性,边际利润较低的广告商会赢得竞拍,而广告商的努力水平又直接受边际利润的影响,导致其努力动力进一步减弱,最终影响到产品的预期购买率。相应地,在 CPW 定价模式中,广告商不需要为购买行为付费,这使得广告商有更大的

积极性去努力提高其购买率,进而能够从最终产品销售中获取全部收益。CPW 定价策略在增加观看直播的用户量及购买率方面的作用可作为下文提升市场总收益的一个证明。

### 4.3 消费者敏感性系数对广告商、主播收益的影响

由命题 1 和命题 3 可知,  $\partial e_i^{CPW} / \partial \alpha > 0$ ,  $\partial e_z^{CPA} / \partial \beta > 0$ , 则 CPW 模式下广告商的努力水平随消费者敏感性系数  $\alpha$  的增大而增大,CPA 模式下主播的努力水平随消费者敏感性系数  $\beta$  的增大而增大。当两个广告商为同一种类型,即  $d = b$  时,分析消费者对广告商、主播努力水平的敏感性系数  $\alpha, \beta$  对收益的影响。

**推论 3** 在  $\alpha \in [0, 1], \beta \in [0, 1]$  范围内,随着消费者对广告商、主播努力水平的敏感性增强,广告商在 CPW 定价模式下的收益大于 CPA,且两种定价模式下广告商的收益差异呈单调递增;而相反,广告发布主播在 CPA 模式下的收益大于 CPW,且两种定价模式下主播的收益差异呈递增趋势。

**证明:** 广告商在 CPW 和 CPA 定价模式下的收益差异为:

$$\pi_i^{CPW} - \pi_i^{CPA} = \frac{\beta + \sqrt{2\alpha^2 + \beta^2}}{6} - \frac{\beta^2(3b^3 - 8b^2d + 7bd^2) - \alpha^2(b^3 - 4b^2d + 5bd^2 - 4d^3)}{24d^3}$$

$$= \frac{4d^3(\beta + \sqrt{2\alpha^2 + \beta^2}) - \beta^2(3b^3 - 8b^2d + 7bd^2) + \alpha^2(b^3 - 4b^2d + 5bd^2 - 4d^3)}{24d^3}$$

当  $d = b$  时,  $\pi_i^{CPW} - \pi_i^{CPA} = \frac{2\beta + 2\sqrt{2\alpha^2 + \beta^2} - \beta^2 - \alpha^2}{12}$ ; 广告发布主播在 CPW 和 CPA 定价模式下的收益差异为

$$\pi_z^{CPA} - \pi_z^{CPW} = \frac{\alpha^2 b(3b^2 - 8bd + 7d^2) + \beta^2 b(-3b^2 + 4bd + d^2)}{24d^3} - \frac{(\beta + \sqrt{2\alpha^2 + \beta^2})^2}{48}$$

$$= \frac{2\alpha^2(3b^3 - 8b^2d + 7bd^2) + 2\beta^2(-3b^3 + 4b^2d + bd^2) - d^3(\beta + \sqrt{2\alpha^2 + \beta^2})^2}{48d^3}$$

$$\text{当 } d = b \text{ 时, } \pi_z^{CPA} - \pi_z^{CPW} = \frac{4\alpha^2 + 4\beta^2 - (\beta + \sqrt{2\alpha^2 + \beta^2})^2}{48}.$$

在  $\alpha \in [0, 1], \beta \in [0, 1]$  范围内,由 MATLAB\_R2019a 仿真,得到消费者对广告商、主播努力水平的敏感性系数  $\alpha, \beta$  对收益差异的影响,如图 2、图 3。

由推论 3 可知,在  $\alpha \in [0, 1], \beta \in [0, 1]$  范围内,广告商从 CPW 定价策略下获得的收益大于 CPA,且随着消费者敏感性系数  $\alpha, \beta$  的增加,广告商在两种定价模式下的收益差异越来越明显,其中消费者对主播努力水平的敏感性系数  $\beta$  对广告商收益差异的影响较大(图 2)。可见,当主播努力对提升购买率的效用更大时,CPW 定价策略对广告商更有

吸引力。这是因为,在 CPW 模式下当消费者对主播的敏感性增大时,主播的自身营销特质会被成倍放大,此时主播在将对产品的倾向与态度传递给粉丝用户,不仅会吸引更多的用户观看,还会影响粉丝用户的购买决策。有趣的是,与广告商相反,随着消费者敏感性系数  $\alpha, \beta$  的增加,主播在 CPA 定价策略下的收益大于 CPW,且两种定价模式下主播的收益差逐渐增大,其中当消费者对主播努力水平的敏感性系数  $\beta$  为 1 时,随着广告商努力水平的敏感性系数  $\alpha$  增大,主播选择 CPA 定价模式将获得较大

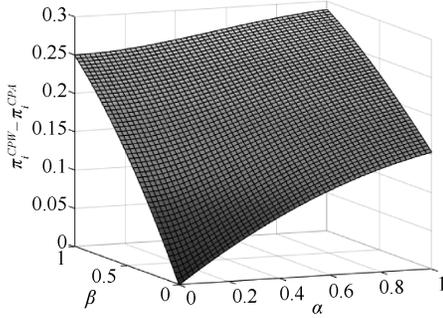


图2 消费者敏感性系数对广告商收益差异的影响  
Figure 2 The influence of consumer sensitivity coefficient on the difference of advertiser's profit

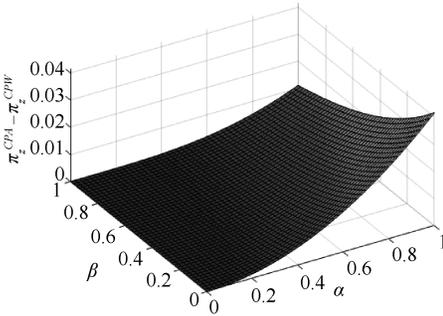


图3 消费者敏感性系数对主播收益差异的影响  
Figure 3 The influence of consumer sensitivity coefficient on the difference of anchor's profit

收益(图3)。这表明,当主播在实际直播过程中凭借自身特质、才艺展示及互动讨论等营销方式对消费者购买决策有较大影响时,随着广告商产品质量、功能等的不断优化,主播采取CPA广告定价合同是最优的。

4.4 市场总收益

最后,分析不同定价策略的选择如何影响市场总收益,即广告商和广告发布主播收益的总和。

推论4 在  $\alpha \in [0, 1], \beta \in [0, 1]$  范围内,CPW定价模式下的市场总收益大于CPA定价模式下的市场总收益,即  $\pi_T^{CPW} > \pi_T^{CPA}$ 。

证明:

$$\begin{aligned} \pi_T^{CPW} &= \pi_i^{CPW} + \pi_z^{CPW} \\ &= \frac{\alpha^2 + \beta^2 + 4\beta + (\beta + 4)\sqrt{2\alpha^2 + \beta^2}}{24} \\ \pi_T^{CPA} &= \pi_i^{CPA} + \pi_z^{CPA} = \frac{\alpha^2 + \beta^2}{6} \\ \pi_T^{CPW} - \pi_T^{CPA} &= \frac{4\beta + (\beta + 4)\sqrt{2\alpha^2 + \beta^2} - 3\alpha^2 - 3\beta^2}{24} \end{aligned}$$

当  $\alpha \in [0, 1], \beta \in [0, 1]$ , 通过 MATLAB\_R2019a 仿真,得到CPW和CPA定价模式下的市场收益差异变化,如图4所示。

推论4显示,与CPA广告定价策略相比,CPW定价策略可能产生的市场收益更大(图4)。一方

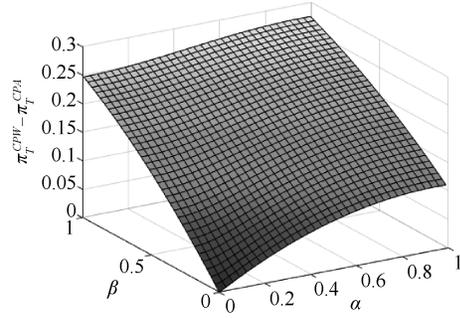


图4 CPW和CPA定价模式下市场收益差异变化  
Figure 4 The change of market revenue difference under CPW and CPA models

面,CPA定价模式的逆向选择特性会使得边际利润较低的广告商赢得竞拍,且由推论2可知赢得竞拍的广告商产品预期购买率也偏低,进一步导致其市场收益减少。另一方面,一般看来CPA定价模式可以将消费者的不确定性风险转移给广告发布主播,激励广告商与主播共同努力增加购买率以提升收益水平。然而,对比两种定价模式发现,主播从CPA模式下获得的收益增量却低于CPW模式为广告商创造的经济效益(图2、图3),由推论2可知CPW模式下预期观看直播的用户量及购买率均高于CPA。这对网络直播广告市场提供了一个重要的启示,广告商应该选择与粉丝流量较大的主播进行广告合作,通过主播的引流作用不仅能增大广告商产品的品牌影响力,还有助于提升广告商产品的购买率,进而增加市场整体收益。

5 结论

本文针对由两个广告商、一个广告发布主播和消费者群体构成的网络直播广告定价决策系统,探究CPW和CPA两种不同广告效果定价模式下广告商与主播的最优努力水平及广告定价决策,并分析广告商与主播的努力策略对观看直播的用户量和购买率的影响。研究结果表明:

(1) 在CPW模式下,B/D两类广告商赢得竞拍的概率相等,广告商承担了消费者购买的不确定性风险,当消费者敏感性系数偏低时,广告商会提交较低的出价。而出价较高的广告商往往边际利润更高,广告发布主播的努力动机主要来自于广告商的出价,较高的出价会激励主播努力增加观看直播的用户量,但并没有期望能改善广告商的购买率,因为主播的收益与消费者是否购买无关。广告发布主播这种缺乏努力提高购买率的动力体现了合同理论中的道德风险问题。

(2) CPA定价模式将消费者的不确定风险转移到广告发布主播,由命题3可知,广告商在CPA模式下的努力水平更低,且广告商的竞拍出价不受

消费者敏感性系数的影响,CPA 模式下广告费用只与即时销售有关,即时购买率较低的广告商出价偏高。此外,与 CPW 定价模式相比,CPA 定价模式下赢得竞拍的广告商期望边际利润更低(推论 1)。因此,与即时购买率较高的 D 型(直销型)广告商相比,B 型(品牌型)广告商即使边际利润较低也有可能赢得竞拍,这与 CPW 模式形成对比。CPA 定价策略的这种逆向选择性限制了整体市场收益的增加。

(3) 广告商在 CPW 定价模式下的收益大于 CPA,且随着消费者对广告商、主播努力水平的敏感性增强,两种定价模式下广告商的收益差异呈单调递增;与之相反,广告发布主播在 CPA 模式下的收益大于 CPW,且当消费者对主播努力水平的敏感性程度较高时,随着消费者对广告商努力水平的敏感性增强,主播通过 CPA 定价模式将获得更大收益。这反映,当主播的个人特质对消费者购买决策的积极影响较大时,其作为意见领袖的流量变现能力较强,主播选择 CPA 定价合同是最优策略。

(4) 与 CPA 定价策略相比,网络直播市场倾向于从 CPW 广告定价合同中获得较大市场收益。由推论 2 可知,CPW 定价模式下预期观看直播的用户量和购买率都高于 CPA,这进一步解释了 CPW 广告定价模式在增加市场整体收益方面的效用。

研究结论为网络直播广告定价决策提供理论指导建议,但仍存在不足:目前的研究更集中于对不同广告定价模式的静态决策,由于广告投入与时间存在一定关系,后续可进一步研究不同定价模式下直播广告的动态决策问题。此外,本研究只考虑一个主播参与直播广告活动,后续的研究可扩展到多个主播竞争情形下的直播广告决策问题。

### 参考文献

- [1] 孟陆,刘凤军,陈斯允,等.我可以唤起你吗——不同类型直播网红信息源特性对消费者购买意愿的影响机制研究[J].南开管理评论,2020,23(1):131-143.  
MENG L, LIU F J, CHEN S Y, et al. Can I Evoke You? A Study on the Influence Mechanism of Information Source Characteristics of Different Types of Live Broadcasting Celebrity on Consumers' Willingness to Purchase [J]. Nankai Business Review, 2020, 23(1): 131-143.
- [2] 余富强,胡鹏辉.拟真、身体与情感:消费社会中的网络直播探析[J].中国青年研究,2018(7):5-12,32.  
YU F Q, HU P H. Simulation, body and emotion: An analysis of webcast in a consumer society [J]. China Youth Study, 2018(7): 5-12, 32.
- [3] 王艳玲,刘可.网络直播的共鸣效应:群体孤独·虚拟情感·消费认同[J].现代传播(中国传媒大学学报),

- 2019, 41(10): 26-29.
- WANG Y L, LIU K. The resonance effect of webcast: Group loneliness, virtual emotion, consumer identity [J]. Modern Communication (Journal of Communication University of China), 2019, 41(10): 26-29.
- [4] 刘平胜,石永东.直播带货营销模式对消费者购买决策的影响机制[J].中国流通经济,2020,34(10): 38-47.  
LIU P S, SHI Y D. Research on the Influencing Mechanism of Live Broadcasting Marketing Pattern on Consumers' Purchase Decision [J]. China Business and Market, 2020, 34(10): 38-47.
- [5] ASDEMIR K, KUMAR N, JACOB V S. Pricing Models for Online Advertising: CPM vs. CPC [J]. Information Systems Research, 2012, 23(3): 804-822.
- [6] CHOI W J, SAYEDI A. Learning in Online Advertising [J]. Marketing Science, 2019, 38(4): 584-608.
- [7] FJELL K. Online Advertising: Pay-per-view Versus Pay-per-click with Market Power [J]. Journal of Revenue and Pricing Management, 2010, 9(3): 198-203.
- [8] ZHU Y, WILBUR K C. Hybrid Advertising Auctions [J]. Marketing Science, 2011, 30(2): 249-273.
- [9] LIU D, VISWANATHAN S. Information Asymmetry and Hybrid Advertising [J]. Journal of Marketing Research, 2014, 51(5): 609-624.
- [10] 林宏伟,邵培基,余步雷.基于风险规避的网络广告两阶段收益定价模型[J].系统工程学报,2013,28(3): 327-337.  
LIN H W, SHAO P J, YU B L. Two-stage Revenue Pricing Model for Internet Advertising with the Risk-Aversion [J]. Journal of Systems Engineering, 2013, 28(3): 327-337.
- [11] 喻海飞,王佰荣.基于有效浏览的CPV网络广告定价模型[J].系统管理学报,2014,23(6): 867-875.  
YU H F, WANG B R. On CPV Advertising Pricing Model Based on Effective Browsing [J]. Journal of Systems & Management, 2014, 23(6): 867-875.
- [12] MOON Y, KWON C. Online Advertisement Service Pricing and an Option Contract [J]. Electronic Commerce Research and Applications, 2011, 10(1): 38-48.
- [13] 林宏伟,邵培基,余步雷.基于风险规避的网络广告期权定价模型[J].系统管理学报,2013,22(2): 202-211.  
LIN H W, SHAO P J, YU B L. Option Pricing Model for Internet Advertising with the Risk-Aversion [J]. Journal of Systems & Management, 2013, 22(2): 202-211.
- [14] HU Y J, SHIN J, TANG Z L. Incentive problems in performance-based online advertising pricing: Cost per click VS. cost per Action [J]. Management Science, 2016, 62(7): 2022-2038.
- [15] GHOSE A, YANG S. An Empirical Analysis of Search Engine Advertising: Sponsored Search in Electronic Markets [J]. Management Science, 2009, 55(10):

- 1605-1622.
- [16] AGARWAL N, ATHEY S, YANG D. Skewed Bidding in Pay-per-action Auctions for Online Advertising [J]. *American Economic Review*, 2009, 99(2):441-447.
- [17] YE S Q, AYDIN G, HU S S. Sponsored Search Marketing: Dynamic Pricing and Advertising for an Online Retailer [J]. *Management Science*, 2015, 61(6):1255-1274.
- [18] AMALDOSS W, DU J Z, SHIN W. Media Platforms' Content Provision Strategies and Sources of Profits [J]. *Marketing Science*, 2021, 40(3):527-547.
- [19] 谭德庆, 李子庆. 网络视频内容提供模式选择、价格及嵌入广告量研究 [J]. *管理评论*, 2017, 29(4):91-97.
- TAN D Q, LI Z Q. Study on Provision Model Choices, Price and Advertising Level for Operators' Online Video Content [J]. *Management Review*, 2017, 29(4):91-97.
- [20] 霍红, 白艺彩, 吴绒, 等. 基于双边市场的视频平台收入模式: 免费与付费的均衡 [J]. *产经评论*, 2019, 10(6):20-30.
- HUO H, BAI Y C, WU R, et al. Revenue Mode of Video Platforms Based on Two-sided Markets: Balance of Free and Pay [J]. *Industrial Economic Review*, 2019, 10(6):20-30.
- [21] 王文怡, 王顺洪, 郭强, 等. 社会影响下网络视频平台的跨期提供策略研究 [J]. *管理工程学报*, 2021, 35(6):128-139.
- WANG W Y, WANG S H, GUO Q, et al. Intertemporal Provision Strategy Choices of Network Video Platforms in the Presence of Social Influence [J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2021, 35(6):128-139.
- [22] 郑森圭, 苏丹华, 汪寿阳, 等. 直播平台打赏收入分成模式研究 [J]. *系统工程理论与实践*, 2020, 40(5):1221-1228.
- ZHENG S G, SU D H, WANG S Y, et al. Research on Reward Income Sharing Model of Live Streaming Platforms [J]. *Systems Engineering-Theory & Practice*, 2020, 40(5):1221-1228.
- [23] VICKREY W. Counterspeculation, Auctions, and Competitive Sealed Tenders [J]. *Journal of Finance*, 1961, 16(1):8-37.
- [24] GOLDFARB A, TUCKER C. Online Display Advertising: Targeting and Obtrusiveness [J]. *Marketing Science*, 2011, 30(3):389-404.
- [25] WANG K, CHEN S H, CHANG H L. The Effects of Forced Ad Exposure on the Web [J]. *Informatics Electronics*, 2008, 3(1):27-38.
- [26] YAO S, MELA C F. A Dynamic Model of Sponsored Search Advertising [J]. *Marketing Science*, 2011, 30(8-16):447-468.
- [27] EDELMAN B, OSTROVSKY M, SCHWARZ M. Internet Advertising and the Generalized Second-Price Auction: Selling Billions of Dollars Worth of Keywords [J]. *American Economic Review*, 2007, 97(1):242-259.
- [28] WANG J, ZHANG W N, YUAN S. Display Advertising with Real-Time Bidding (RTB) and Behavioural Targeting [J]. *Foundations and Trends in Information Retrieval*, 2017, 11(4-5):103-119.

## Pricing strategies of live streaming ads based on effect pricing model

LI Li, HU Jiao\*

(School of Economics & Management, Nanjing University of Science & Technology, Nanjing 210094, China)

**Abstract:** Amid the background of the COVID-19 pandemic overshadowing in the world, the ads mode of live streaming marketing is flourishing in the online consumption market. Live streaming ads refer to the advertisement run by the anchors to the audience in their live streaming room through the live streaming platform. Practically, live streaming advertising can increase the expected profit of the advertiser and the anchor through the anchor's fan economy. Because the anchors' efforts can not only increase the number of audience who watch the live streaming, but also promote the purchase rate. Therefore, the number of audiences and purchase rate are regarded as performance standards of live streaming advertising. There are two effect pricing models of live streaming advertising: Cost Per Watch (CPW) and Cost Per Action (CPA). Under the former model, the advertiser needs to pay for the number of consumers who watch the live, while the later one requires the advertiser to pay for instant purchases generated from the live streaming. Regarding of this, how to choose the optimal advertising pricing model for the advertiser and the anchor is a topic deserved to be studied deeply.

In making the price of live broadcast ads, first, the anchor chooses an advertising pricing model, either CPW or CPA, and then the advertiser offers his bid according to the anchor's decision. Next, the advertiser who wins the live streaming advertising space decides how to make effort, and strives to improve the brand reputation to stimulate consumers to purchase. The anchor determines the effort level while live streaming. More effort, more audience and more consumers, which will lead to an increase of purchase rate. While making decisions, there are the following questions: 1) How does the advertiser bid under different advertising pricing models? 2) Under each advertising pricing model, how do the advertiser and the anchor determine the optimal level of effort? 3) How do the two advertising pricing models, CPW and CPA, affect the profit of the advertiser and the anchor? 4) Which advertising pricing model is the

optimal strategy for the anchor? Since these issues have a significant impact on the decisions of the advertiser and the anchor, they becoming crucial in the live streaming advertising operations.

Based on the two advertising pricing models, we develop a live streaming advertising pricing model that includes two advertisers and one anchor to examine the optimal effort level by the advertiser and the anchor as well as the advertising pricing. Specifically, the direct selling (D-type) advertiser focuses on real-time sales, reaching a high instant purchase rate. As the branding (B-type) advertiser aims to increase brand reputation, thus he/she can tolerate advertisements have a greater delay effect and lower instant purchase rate than the advertisements invested by D-type advertiser. Assuming that consumers' purchasing behavior is affected by the effort level of both the advertiser and the anchor, and the purchase rate is a linear function of the effort level of the advertiser and the anchor.

This research is composed of two parts. Firstly, the optimal effort level decisions of the advertiser and the anchor under CPW and CPA pricing models are analyzed, as well as the factors that affect advertisers' bids. Then we obtain the optimal profits of the advertiser and the anchor under different pricing models. Secondly, by comparing the CPW and CPA advertising pricing models, we explore the effect of the efforts of the advertiser and the anchor on the purchase rate and the number of consumers who watch the live broadcast. Also, we examine the effect of the consumer sensitivity coefficient on the profit of the advertiser and the anchor.

The main results indicate that: 1) Under the CPW pricing model, B-type/D-type advertisers undertake the uncertainty risk of whether consumers will buy or not. When the consumer sensitivity coefficient is low, both advertisers will submit lower bids, and have the same probability of winning the auction. 2) Compared with the CPW pricing model, both advertisers have a lower effort level in the CPA pricing model, and two advertisers' bids are not influenced by consumer sensitivity coefficient. In the CPA pricing model, the B-type advertiser has a higher probability of winning the auction, but tends to have a lower marginal profit. 3) Contrary to the advertiser, the profit of the anchor under the CPA pricing model is greater than the CPW. And the profit gap between the two pricing models gradually increases as the consumer sensitivity coefficient increases. 4) The expected number of watching live broadcast consumers and purchase rate can be higher in the CPW model than those in the CPA, thus the live streaming market tends to profit more through CPW advertising pricing contract.

**Key words:** Live streaming; Pricing model; Effort level; Advertising strategies

---

**Received Date:** 2021-08-26

**Funded Project:** Supported by the National Natural Science Foundation of China (71771122).

\* Corresponding author