

创新产品的研发投入、信息设计与价格竞争

杨仁琨 吕 铖 徐 硕 郑 捷*

摘 要: 本文在垂直差异化寡头市场中引入贝叶斯劝说,研究新产品的质量披露机制与信息规制政策对市场竞争与产品创新的影响。研究发现:自选披露机制下,创新企业在产品目标质量足够占优时选择完全披露;否则选择部分或完全隐匿,通过差异化和低价策略保障在质量劣势时盈利。强制披露机制下,创新企业在研发难度高时选择保守研发策略,导致消费者获益,创新企业和在位企业均受损;在研发难度适中时倒逼选择激进研发策略,消费者与创新企业受损,在位企业获益。

关键词: 信息设计;研发投入;强制披露

DOI: 10.13821/j.cnki.ceq.2025.06.06

一、引 言

高质量发展是当代经济社会生产力发展的重要议题。2023 年中共中央、国务院印发的《质量强国建设纲要》指出,应加快产品质量提档升级,提高农产品食品药品质量安全水平,并强调“实施消费品质量提升行动,加快升级消费品质量标准,提高研发设计与生产质量”。在此背景下,深刻把握质量为核心的发展理念,需要科学的量化评估机制与市场监管政策以优化市场环境,赋能创新发展。

本文聚焦创新企业推出新产品过程中的质量检测与披露规制。消费者和创新企业之间通常存在关于新产品质量的信息不对称问题,建立可信的评估与披露机制对供需双方决策、竞争企业之间的战略互动都有直接的影响,对于激活企业创新活力也具有重要意义。企业通常会通过各种渠道向市场披露其产品质量信息。例如,汽车企业通常会出具测试结果,并提供试驾服务帮助消费者了解其车辆性能与驾驶体验;数码类产品通常会邀请专业测评人进行测评,从而向市场释放产品质量信息;医药企业在医疗器械或新药上市申请中通常会向监管机构提交公开的检测方案并据实报告实验结果,以证明其产品的安全性与有效性。但在自由披露时,企业往往策略性地披露部分产品质量信息,导致市场中的产品质量信息不完全。而监管部门如果对企业的信息披露进行规制,强制它

* 杨仁琨,暨南大学经济学院;吕铖,香港科技大学商学院;徐硕,北京外国语大学国际商学院;郑捷,山东大学经济研究院。通信作者及地址:徐硕,北京市海淀区西三环北路 2 号北京外国语大学国际商学院,100089;电话:18513917138;E-mail: shuo.xu@bfsu.edu.cn。本文得到国家自然科学基金青年项目(72303082)和面上项目(72073080)以及北京外国语大学中央高校基本科研业务费专项资金(2021QD032)的资助。作者感谢中南财经政法大学文澜学术系列讲座、2024 年中国信息经济学会年会、南京大学第一届全国数字经济学术年会、清华大学第一届数字经济研讨会、2024 年产业组织理论与政策学术研讨会的参会学者,以及本刊匿名审稿人提供的建设性意见。当然,文责自负。

们披露关于产品质量更准确的信息,又可能带来双重影响:一方面,更准确的信息能提升产品质量的透明度,缓解信息不对称问题;另一方面,由于创新产品的质量往往具有不确定性,严格的规制可能会降低创新企业的预期利润空间,从而减少其研发投入与进入市场的激励^①。如何对新产品的质量检测与披露过程实施合理规制,在缓解信息不对称问题与提供创新激励之间形成最优权衡,是监管者面临的重难点问题。

本文构建双头垄断市场模型以探究信息披露对产品市场竞争及企业创新激励的影响,并借此讨论信息规制政策的作用。在该市场中,一家在位企业(I)出售质量已知的产品,而一家创新企业(E)则向市场推出一种质量未知的新产品并与在位企业展开竞争。创新企业首先进行研发策略的选择,从而确定其产品质量遵循的概率分布,而后设计产品质量的信息披露策略,以确定其向市场发送的质量信号。特别地,本文使用信息设计对创新企业的披露策略进行建模。

我们首先求解给定研发策略(即给定产品质量分布)下创新企业的最优披露机制设计。研究发现,如果新产品在研发成功后有足够高的质量优势,创新企业会倾向于披露所有的产品细节以强调自己的优势,吸引高质量偏好类型消费者并收取较高价格。如果新产品无法与对手的产品拉开差距,创新企业会选择折中的、只披露部分信息的策略,以兼顾占优的可能与研发失败时的“保底”利润。如果新产品即便在研发成功后也只有微弱质量优势甚至处于劣势,创新企业会通过隐瞒信息以保障市场份额并与在位产品保持足够的差异化,以期通过低价策略维持利润。

当创新产品的质量分布由企业前期研发策略内生决定时,我们对比了两种信息规制环境对创新企业的研发激励:无规制下的自由信息披露,即企业能够选择其最优披露机制;强制披露(mandatory disclosure),即企业被迫完全披露其产品质量信息。由于竞争对手的存在,创新企业有充分的激励规避质量趋同而引起的极端伯特兰德竞争(Bertrand Competition),这就导致创新企业有两类不同的最优研发策略:选择较低目标质量和较高成功率的“保守型”策略与选择较高目标质量和较低成功率的“激进型”策略。其中“保守型”策略的主要目标为保障研发和获批的成功率,在相对较低的预期质量下通过低价策略争取质量敏感性较低、价格敏感性较高的目标客户群。“激进型”策略的主要目标为开发高竞争力的产品以取代在位对手的市场地位,但与此同时在研发与获批的环节需承担更高的不确定性。本文的研究发现,当产品研发难度较高(目标质量与成功率的内在冲突较大)时,创新企业无论面临强制披露的政策规制还是可以自由进行披露机制设计,都倾向于选择“保守型”研发策略,但强制披露的实施会导致企业偏离其最优信息策略从而降低其预期利润空间,进一步降低其提升产品质量的激励。当产品研发难度适中时,创新企业在自由披露设计时仍然保持“保守型”研发策略,而强制披露政策下更低的利润空间反而会“倒逼”其转向“激进型”研发策略。当产品研发难度较低时,创新企业无论面临强制披露的政策规制还是可以自由进行披露机制设计,都倾向于选择“激进型”研发策略,并且完全信息正是其最优披露机制,因而有无规制都不影响其最优目标质量的选择。

^① 除本文聚焦的策略性渠道外,更严格的规制还可能从多个方面降低创新企业的预期利润,包括测评、试验、获取第三方质量认证等环节本身带来的高额成本,以及推迟进入市场的时间带来的收益损失等。

本文进一步探讨了强制披露政策带来的福利影响,并将其分解为两个渠道:一是信息效应,即市场透明度提升后通过价格均衡对福利分配的影响;二是激励效应,即创新企业研发策略调整对福利分配的影响。研究发现,尽管强制披露政策总是降低总福利,其福利分配效应却在不同的研发难度下存在极大差异。当研发难度较低时,创新企业会主动选择完全披露,因而强制披露政策没有任何影响。当研发难度较高时,信息效应对福利分配起到主导作用:消费者剩余因信息不对称程度降低而提升,寡头企业利润则因被迫面临更激烈的价格竞争而降低。当研发难度适中时,激励效应对福利分配结果具有主导作用:创新企业被“倒逼”选择更加激进的研发策略,导致研发成功率急剧下降,在位企业形成实质垄断的概率大幅增加,从而显著降低消费者剩余但提升在位企业利润。

二、文献综述

(一) 产业组织问题中的信息设计

本文在研究方法上属于信息设计模型在产业组织理论问题中的应用。信息设计的文献源自 Kamenica and Gentzkow (2011) 提出的贝叶斯劝说模型。他们提供的以几何形式呈现信息设计期望收益的凹化(concavification)方法也形成本文求解创新企业最优披露策略的方法基础。

近年来,大量文献将贝叶斯劝说与信息设计的模型应用到产业组织问题的现实场景。与本文类似,Boleslavsky et al. (2017) 研究了寡头垄断市场中新产品引入的信息设计问题,也即新进入的企业在面对质量已知的竞品时,如何通过策略性披露设计传递其产品质量信息。其他相关应用还包括市场中的广告与产品信息披露(Gill and Sgroi, 2012; Ivanov, 2013; Boleslavsky et al., 2017; Yang, 2024)、消费者最优信息与福利边界(Roesler and Szentes, 2017; Condorelli and Szentes, 2020, 2022; Armstrong and Zhou, 2022; Dogan and Hu, 2022)、竞赛问题(Zhang and Zhou, 2016; Chen et al., 2022; Kuang et al., 2024)、政府治理与信息规制(王明等, 2021; 胡岷和傅培轩, 2022; 郑捷等, 2024)等。

上述文献对于贝叶斯劝说模型的应用大多假设先验分布外生给定,然而在本文的应用场景中,产品质量分布往往取决于企业的研发行为,这就要求我们将模型扩展到内生先验分布的情形。目前文献在这一方向的探索尚不充分。一部分文献探讨纳入代理人投资激励的第三方信息设计问题,例如在基础方法论方面,Boleslavsky and Kim (2018) 给出了一类带有事先道德风险约束的贝叶斯劝说问题的求解方法;在产业组织应用方面,Zapechelnyuk (2020) 在垄断市场、Saeedi and Shourideh (2020) 在竞争市场环境下研究了考虑企业投资激励的最优质量认证机制。与上述研究的不同之处在于,本文考虑寡头市场中的企业竞争因素,并发现价格竞争对企业的研发与披露策略产生了决定性的影响;同时,本文的创新企业既能影响先验分布又选择信号结构,因而不存在前述文献中不可观测性带来的道德风险问题。此外,还有少量文献研究了非定价环境中信息设计的投资激励,如学校的考试评分设计 Boleslavsky and Cotton (2015)、项目评估设计 (Bole-

slavsky et al., 2021) 等。

(二) 寡头市场中的质量选择与信息披露

产业组织理论对寡头市场中的质量与价格竞争已有丰富的研究成果。其中 Gabszewicz and Thisse (1979) 与 Shaked and Sutton (1983) 最先研究了垂直差异化产品寡头市场中的价格博弈,并为后续文献的市场结构建模提供了基准。在此基础上,一支文献在完全信息的环境中研究了不同成本结构下的质量选择博弈 (Moorthy, 1988; Wauthy, 1996),以此探讨质量提升的创新研发投入问题。另一支文献 (Board, 2009; Levin et al., 2009; Celik, 2014) 则研究了质量信息不对称、但质量分布为外生给定时的自愿披露博弈,以此探讨强制披露政策的影响。^①

本文对以上文献做出两方面的拓展。首先,质量披露的文献假设企业具有自身产品质量的完全信息,因而其信息传递是事后 (ex post) 决策,而本文的主模型则聚焦于企业对披露机制的事前 (ex ante) 设计^②。其次,本文将研发与质量披露纳入统一框架,并分析了披露规制对研发激励的影响,而现有文献鲜有类似尝试。从技术层面讲,这是因为质量选择文献大多数假设确定性的质量决策模型,因而研发阶段的决策一旦确定,后续市场竞争中就不再存在不对称信息的问题,也就无法与质量披露的建模相容。因此,我们建立了随机质量提升的研发模型,假设研发投入仅改变最终质量的概率分布,而不能决定确切的质量水平。^③

(三) 关于信息机制激励效应的实证研究

信息机制的激励效应是健康经济学实证领域的一个重要研究主题。例如, Peltzman (1973) 针对美国 1962 年《基福弗·哈里斯修正案》(Kefauver-Harris Amendment) 的研究指出,在上市前检测方面更严(要求更多可信产品信息)的监管要求有两方面潜在影响:一方面可以增加产品信息,保障消费者安全,但另一方面也会减少研发创新和新产品进入市场。后者往往是由于更严格的监管要求直接带来更高的临床试验成本,或是推迟了新产品进入市场的时间 (Peltzman, 1973; Budish et al., 2015; Stern, 2017),从而降低了企业的预期利润空间。近年来涌现出一批文献,利用美国食品药品监督管理局 (FDA) 的政策冲击对这一问题的收益成本分析做出了多方面的探索 (Grennan and Town, 2020; Mulligan, 2021; Berger et al., 2021)。除药品与医疗器械领域之外, Vatter (2025) 还通过结构式估计方法研究了美国联邦医疗保险计划中的评分机制对机构投入激励的影响,并通过反事实分析发现在高质量端提供更精确的信息有助于推动企业增加其质量提升方面的研发投入。

① 关于这一文献更多的介绍参见 Dranove and Jin (2010)。

② 在一些重要的创新产品市场中,例如药品、医疗器械、儿童玩具、软件市场等,生产者为了获准进入市场往往需要进行预注册的实验或发行测试版供测评,而此时企业自身通常也缺乏详细的产品质量信息。本文的模型更加适用于这一类产品市场的建模。同时,我们也在附录中讨论了核心结论的稳健性。限于篇幅,附录未在正文列示,感兴趣的读者可在《经济学》(季刊)官网 (<https://ceq.ccer.pku.edu.cn>) 下载。

③ 同时,本文的模型在成本设定方面具备兼容性,既可纳入研发失败的风险作为质量提升的内生成本 (Tse, 2001),又可沿用文献设定考虑外生的研发成本。对后一设定下的结果感兴趣的读者可与作者联系索取。

相对于现有的实证文献,本文从理论的层面给出了更具策略性考量的视角:即便不考虑更严格的监管要求(强制披露)带来的高额检测成本,后续市场的价格竞争也可能造成企业的预期利润降低,从而同样减少创新产品的市场进入^①。另外,我们不仅考虑研发投入激励大小,更进一步讨论研发策略的类型,分析市场结构如何影响企业在目标产品质量与成功率之间的权衡取舍,这同样对现有文献提供了补充。

三、模型设定

(一) 市场环境

一个垂直差异化产品市场中存在两家企业。在位企业 I 的产品质量为市场熟知,将其标准化为定值 $q_I=1$ 。创新企业 E 研发一款新产品与 I 竞争,其产品质量 q_E 为随机变量:以 μ 的概率新品开发成功, $q_E=q$; 以 $1-\mu$ 的概率开发失败, $q_E=0$ 。两家企业的生产成本均标准化为 0。^②

市场里存在总测度为一的连续消费者,其对产品质量的偏好 $\theta \in [0,1]$ 服从标准均匀分布。^③ 类型 θ 的消费者在以价格 p_j 购买产品 $j \in \{I, E\}$ 时所获效用为 $u_j(q_j, \theta) = q_j\theta - p_j$, 不购买任何产品时效用为 0。我们可以将 θ 的异质性理解为财富的异质性:富裕的消费者往往比贫穷的消费者更重视产品的质量。^④

(二) 研发技术

q_E 的先验分布由前期研发策略内生决定。本文参考 Tse(2001)、Belleflamme and Peitz(2014)和 Boleslavsky and Cotton(2015)的设定,假设第一阶段结束后市场能够观测到企业的研发策略 q ,并据此形成对新产品质量的先验信念 $\Pr(q_E=q)=\mu(q|\gamma)$,但无法观测到其研发结果 q_E 。

研发技术设定如下:当企业选择目标质量 q 时,研发成功率为 $\mu(q|\gamma)$,其对 (q, γ) 连续可导,而参数 $\gamma \in (0, +\infty)$ 表示目标质量和研发成功率之间的内在冲突。我们做出如下结构性的假设:

(1) 对任意 $\gamma, \frac{\partial}{\partial q}\mu(q|\gamma) < 0, \mu(0|\gamma)=1, \lim_{q \rightarrow +\infty} \mu(q|\gamma)=0$;

(2) $\mu(q|\gamma)$ 为对数凹函数,且期望质量 $\mu(q|\gamma)q$ 与完全信息下的期望利润均在内点取最大值;

① 值得指出的是,如果在模型中引入检测成本的假设会进一步加强我们的现有结论。

② 纵向差异化寡头市场的文献大多假设产品的生产成本为 0 以简化分析。附录 I(一)对生产成本为正的情况进行了讨论。

③ 消费者服从均匀分布是一个垂直差异化寡头市场文献中常用的简化假设,可以保证价格博弈中唯一的均衡有显式解,从而简化后文对信息设计和研发策略的分析。附录 I(二)对这一假设进行了放松,并发现本文的主要结论依然稳健。

④ 附录 I(三)分别讨论了同质消费者和市场份额竞争两种替代性设定下的最优信号结构,并发现消费者异质性和价格竞争是本文主要结论的关键条件。

(3) 对任意 q , $\lim_{\gamma \rightarrow 0^+} \mu(q|\gamma) = 1$, $\lim_{\gamma \rightarrow +\infty} \mu(q|\gamma) = 0$, $\frac{\partial}{\partial \gamma} \mu(q|\gamma) < 0$, $\frac{\partial^2}{\partial \gamma^2} \mu(q|\gamma) < 0$ 。

假设(1)体现了新产品研发的风险性：目标质量和成功率之间存在取舍关系。因此我们也可以将成功率的降低视为提升质量的内在成本。参照外生成本结构设定中常用的稻田条件(Inada Conditions)，我们假设当企业选择目标质量为零(正无穷)时，研发成功率为100%(0%)。假设(2)保证研发投入强度达到一定程度后，研发失败的风险将显著提升，进一步的目标质量提升将伴随着预期回报下降，帮助我们聚焦内点最优的情形。假设(3)规定了参数 γ 如何影响内生研发成本：给定任意目标质量，研发成功的可能性都随着 γ 增大而降低，因而更大的 γ 代表着更高的研发难度；同时 γ 越大，提高目标质量的边际风险就越高，对应着目标质量和研发成功率之间的内在冲突越大。

(三) 信息环境

本文考虑两种信息规制环境：一是允许企业自由选择披露策略的无规制环境，二是要求企业进行完全信息披露的强制披露政策。在强制披露政策下，所有市场参与者在定价阶段均能观测到真实的质量信息，而在自由披露环境中，创新企业可以在观测到生产结果前设计其产品质量的信息披露机制。^① 该披露机制由信息结构 $\{\varphi(s|q_E), S\}$ 表示，其中 S 代表信号空间， $\varphi(s|q_E)$ 代表产品真实质量为 q_E 时发送信号 $s \in S$ 的概率。

在产品生产后，创新企业将依据其事先设计的信息披露机制向市场发送公开信号。消费者与在位企业将根据其先验信念、披露机制以及接收到的信号，更新对产品质量的后验信念。特别地，由于消费者效用是关于产品质量的线性函数，消费者与两个竞争企业在后续的市场博弈中都只根据其后期期望质量进行决策，因而我们可以不失一般性地将信号 s 赋值为接收到 s 后的后期期望质量。

自由披露环境中的博弈时序如图1所示。第一阶段，创新企业选择研发策略，以确定目标产品质量 q 及其成功概率。第二阶段，创新企业首先设计信息披露机制。产品的真实质量由前期研发投入确定的 μ 与 q 决定，随后企业根据产品质量与信息披露机制发送公开信号 s 。第三阶段为价格竞争阶段。市场各参与方在观测到信号 s 后，形成对创新企业产品质量的后验信念。两家企业同时、独立定价。随后，消费者根据后验信念和观测到的市场价格选择产品进行购买。在强制披露政策下，披露机制被外生地固定为完全信息披露，因而企业在披露阶段没有策略性的决策空间。其他环节的设定与自由披露环境相同。

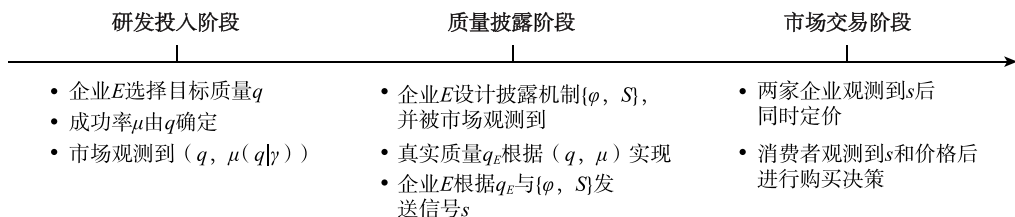


图1 博弈时序

^① 附录II(一)讨论了自愿披露(voluntary disclosure)信息传递形式下的均衡策略。附录II(二)拓展分析了企业在定价前拥有私人信息和在信息设计前拥有私人信息时的均衡策略。

四、均衡分析

(一) 定价均衡

令 (s_h, s_l) 分别代表两个企业的产品中预期质量较高的产品的预期质量和预期质量较低的产品的预期质量。当创新企业产品的预期质量 $s < 1$ 时,在位企业的产品为高质量产品,即 $(s_h, s_l) = (1, s)$ 。反之,创新企业的产品为高质量产品,即 $(s_h, s_l) = (s, 1)$ 。

由于消费者效用函数对其偏好类型与产品质量满足“递增差异条件”(increasing difference condition),垂直差异化的双寡头价格均衡遵循如下模式: s_h 产品定高价 p_h , s_l 产品定低价 p_l ; 存在两个临界消费者类型 $0 < \underline{\theta} < \bar{\theta} < 1$, 其中 $\underline{\theta} = p_l/s_l$, $\bar{\theta} = (p_h - p_l)/(s_h - s_l)$, 使得 $\theta \in [\underline{\theta}, 1]$ 的消费者购买产品 s_h , $\theta \in [\underline{\theta}, \bar{\theta})$ 的消费者购买产品 s_l , 而 $\theta \in [0, \underline{\theta})$ 的消费者不购买任何产品。^① 因此,两企业的需求函数分别为:

$$D_l(s_h, s_l, p_h, p_l) = \frac{p_h - p_l}{s_h - s_l} - \frac{p_l}{s_l}, D_h(s_h, s_l, p_h, p_l) = 1 - \frac{p_h - p_l}{s_h - s_l}.$$

可以求出唯一的定价均衡以及企业的均衡利润如下:

$$p_l^*(s_h, s_l) = \frac{s_l(s_h - s_l)}{4s_h - s_l}, p_h^*(s_h, s_l) = \frac{2s_h(s_h - s_l)}{4s_h - s_l};$$

$$\pi_l^*(s_h, s_l) = \frac{s_l s_h (s_h - s_l)}{(4s_h - s_l)^2}, \pi_h^*(s_h, s_l) = \frac{4s_h^2(s_h - s_l)}{(4s_h - s_l)^2}.$$

双方的利润均由创新企业所披露的信息决定。 s_h 企业利润随其期望质量递增,这是因为更高的期望质量不仅提升了定价空间,也同时增加了能够吸引到的客户。而 s_l 企业的利润函数则具有非单调的特征:当 $s_l = 0$ 与 $s_l = s_h$ 时都有 $\pi_l^* = 0$, 而其利润随 s_l 先增后减。这是因为当 s_l 接近 0 时产品不再具有吸引力;而当 s_l 接近 s_h 时,虽然低质产品吸引力提升,但与对手的差异度太低,导致价格竞争加剧,同样无法获取高额利润。

(二) 企业 E 的最优信息设计

给定价格均衡,创新企业的事中(interim)均衡利润作为其预期质量的函数如下:

$$\pi_E(s) = \begin{cases} \frac{s(1-s)}{(4-s)^2} & \text{如果 } s < 1, \\ \frac{4s^2(s-1)}{(4s-1)^2} & \text{如果 } s \geq 1. \end{cases}$$

为方便表示,下文均以 $\pi_l(s)$ 指代 $\frac{s(1-s)}{(4-s)^2}$; 以 $\pi_h(s)$ 指代 $\frac{4s^2(s-1)}{(4s-1)^2}$ 。

在披露阶段,企业 E 选择 $\{\varphi(s|q_E), S\}$ 最大化其期望利润。根据 Kamenica and Gentzkow (2011),我们可将这一问题简化为选择一个满足贝叶斯可行性(Bayes Plausi-

^① 这一均衡结果可以由一阶条件得到,最终的均衡解也可以验证假设 $0 < \underline{\theta} < \bar{\theta} < 1$ 成立。均衡求解过程在文献中已有详细记载(Gabszewicz and Thisse, 1979; Shaked and Sutton, 1982; Board, 2009),故在此只简述其逻辑。

bility)条件的后验期望质量 s 的分布 τ , 以最大化分布 $\tau(s)$ 下的事先期望利润:

$$\begin{aligned} \max_{\tau} \quad & \mathbb{E}_{\tau} \pi_E(s) \\ \text{s.t.} \quad & \sum_{s \in \text{Supp}(\tau)} s \tau(s) = \mu q. \end{aligned}$$

命题1利用凹化方法刻画了上述问题的最优解,并将最优的分布 τ 还原为对应的信号结构。^① 图2展示了不同参数下创新企业的期望利润及其凹化函数。

命题1 存在两个产品质量分界点 $1 < q_0 < q_1$ ^②,使得:

(1) 当 $q < q_0$ 时,最优策略为完全不披露信息,市场对创新产品质量的预期为 μq ;

(2) 当 $q_0 < q < q_1$ 时,最优策略为如下选择性披露:真实质量为0时,总是发送质量为 s_0 的信号;真实质量为 q 时,以 $\frac{(1-\mu)s_0}{\mu(q-s_0)}$ 的概率发送信号 s_0 ,以 $\frac{\mu q - s_0}{\mu(q-s_0)}$ 的概率发送信号 q ; $s_0(q) < 1$ 由隐函数 $\pi'_E(s_0) = \frac{\pi_E(q) - \pi_E(s_0)}{q - s_0}$ 决定;

(3) 当 $q > q_1$ 时,最优策略为完全信息披露,市场对创新产品质量的预期为真实质量。

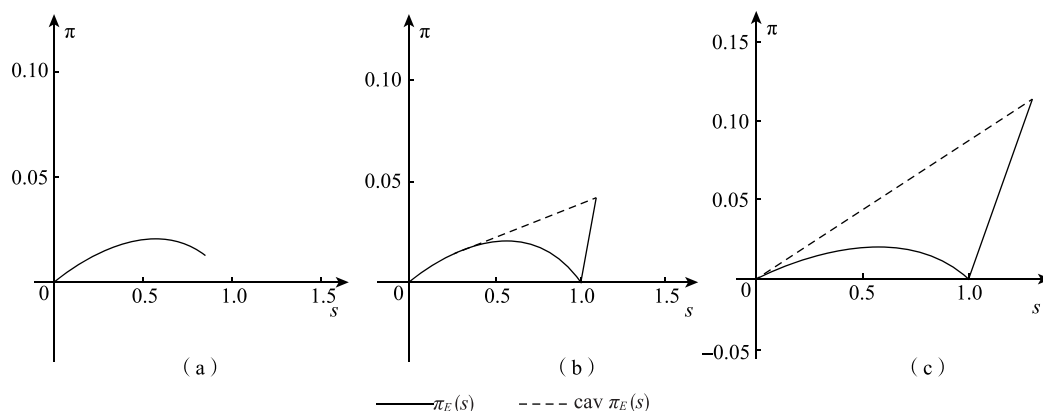


图2 创新企业的均衡利润及其凹化函数

注: $\mu=0.5, q_0 \approx 1.05706$ 。图2(a): $q=0.8$; 图2(b): $q=1.1$; 图2(c): $q=1.4$ 。

创新企业面临着获取优势地位、保障市场份额与通过差异化削弱价格竞争的三重权衡。当 $q < q_0$ 时,创新产品即使研发成功并披露真实信息时也无法成为质量占优者 ($q < 1$),或者因为差异化程度不足而无法获得足够的质量领先优势 ($1 \leq q < q_0$)。此时披露信息只会给创新企业带来两种不利的效应:发送劣势信号时,创新企业难以吸引消费者;发送优势信号时,产品的差异化程度过低,以至于价格竞争接近极端的伯特兰德均衡。通过隐瞒产品信息,创新企业将市场预期维持在先验期望质量 μq ,既能维持对低类型消费者的吸引力以保障市场份额,又与在位企业保持足够的差异化,削弱价格竞争。

当 $q_0 < q < q_1$ 时,选择性地部分披露研发结果变得有利可图,其原因在于:(1)若研

① 正文命题的证明参见附录Ⅲ。

② $q_1 = \frac{7+2\sqrt{13}}{12} \approx 1.184259$, q_0 为 μ 的单调递减函数,由如下隐函数确定: $\frac{4q_0(q_0-1)}{(4q_0-1)^2} = \frac{\mu(1-\mu q_0)}{(4-\mu q_0)^2} + \frac{(1-\mu)(4-7\mu q_0)}{(4-\mu q_0)^3}$ 。

发成功的结果被披露,创新企业将作为质量领先者获得足够的利润回报;(2)当 μ 与 q 都较高时先验预期质量 μq 接近于既有产品的质量,完全隐瞒信息反而会导致差异化不足,进而加剧竞争。根据凹化方法,创新企业最优地将先验概率“拆分”成两个后验概率 1 和 s_0 ,前者发生时出售质量确定为 q 的产品,获得较高的边际收益,后者发生时则出售质量随机且期望为 s_0 的产品,从而保证至少能吸引一部分低类型的消费者以获得正的利润。这种后验分布经由一个部分披露的信号结构实现(见图 3),其中研发失败时($q_E = 0$)始终发送低质信号,而成功时则以一定概率发送优质信号,以互补概率发送低质信号。

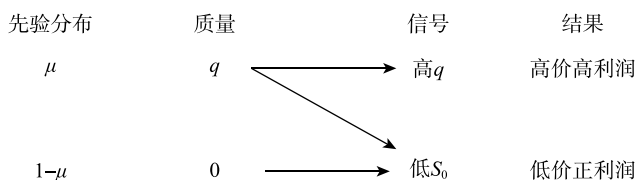


图 3 $q_0 < q < q_1$ 时部分披露的最优信号结构

当 $q > q_1$ 时,在优质状态下披露事实所带来的期望收益(即质量领先带来的利润)变得足够高,严格超过被认为质量为 0 并最终一无所获的期望损失。因此,创新企业放弃了保留劣势状态下获得正收益的机会,而选择完全披露真实产品信息。

(三) 企业 E 的最优研发策略

本小节求解企业在强制披露导致的完全信息和自由披露导致的最优信息两种情形下的研发策略,从而讨论强制披露政策对市场均衡的影响。为了更直观地呈现核心经济直觉,我们首先假设如下参数化的研发技术: $\mu(q|\gamma) = e^{-\gamma q}$,结合数值模拟的结果阐述研发策略的基本逻辑,然后在一般性的研发技术假设下严格证明核心结论的可推广性。

推论 1 首先给出任意 (q, μ) 下创新企业在子博弈得到的均衡利润。

推论 1 给定 (q, μ) , 创新企业在最优信息设计下的事前期望利润为:

$$\text{cav}\pi_E(\mu q) = \begin{cases} \pi_l(\mu q) & \text{如果 } 0 \leq q \leq q_0, \\ \frac{(1-\mu)q}{q-s_0}\pi_l(s_0) + \frac{\mu q - s_0}{q-s_0}\pi_h(q) & \text{如果 } q_0 < q \leq q_1, \\ \mu\pi_h(q) & \text{如果 } q > q_1. \end{cases}$$

在完全信息下的事前期望利润为:

$$\mu\pi_E(q) = \begin{cases} \mu\pi_l(q) & \text{如果 } 0 \leq q \leq 1, \\ \mu\pi_h(q) & \text{如果 } q > 1. \end{cases}$$

图 4 展示了不同研发难度下期望利润如何依赖于目标质量。在两种信息环境中,企业 E 的利润均是其目标质量的非单调函数,并且呈现“双峰”的特征:存在临界值 $\tilde{q}$,使得期望利润在 $[0, \tilde{q})$ 和 $[\tilde{q}, \infty)$ 两个范围均为随着 q 的增加先递增后递减的拟凹函数,其中企业自由设计信息结构时 $\tilde{q} > 1$,而完全信息时 $\tilde{q} = 1$ 。其经济直觉在于,当企业 E 的预期质量接近 1 时,两个企业的价格竞争趋于极端伯特兰德竞争,而创新企业通过策略性地隐瞒信息实现差异化,以缓解竞争,避免零利润均衡。因而 $q < q_1$ 时,创新企业在自

由信息设计下的利润总是严格高于完全信息下的利润,而 $q > q_1$ 时完全披露已经是最优,两种信息环境下的利润函数重合。

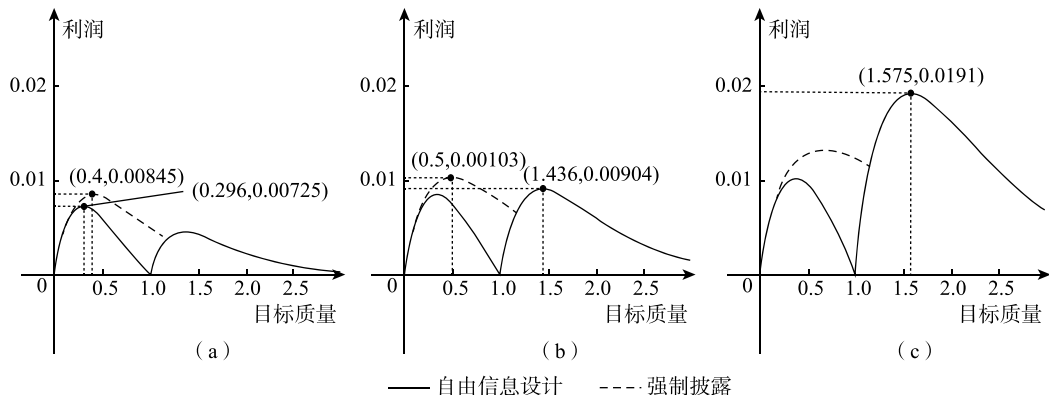


图4 创新企业在自由信息设计和强制披露下的利润及最优目标质量

注: $\mu(q|\gamma) = e^{-\gamma q}$ 。图4(a): $\gamma = 1.5$; 图4(b): $\gamma = 2$; 图4(c): $\gamma = 2.5$ 。

上述“双峰”特征意味着企业 E 的研发策略总是存在两个局部最优解:对应左峰峰值的最优“保守”型策略和对应右峰峰值的最优“激进”型策略。而目标质量与成功率之间的张力,即研发难度参数 γ ,则直接决定了哪一个会成为全局最优。给定信息环境,随着 γ 增加,采取激进研发策略的代价提高,创新企业期望利润下降;与此同时,提升 q 的边际代价递增,因而越是激进的研发策略其期望利润下降程度就越大。当研发难度足够高时,激进策略的风险过高,最优研发策略从激进型切换到保守型。由于自由信息设计的左峰严格高于完全信息,而右峰则与完全信息重合,两种环境中研发策略切换的 γ 临界值不同。如图4所示,当研发难度较低($\gamma < 1.87$,图4(a))时,创新企业在自由信息设计下选择激进的研发策略和完全披露的信息策略组合,强制披露政策并不改变其决策。当研发成本较高($\gamma \geq 2.06$,图4(c))时,创新企业在两种信息结构下均选择保守型的研发策略,此时策略性的信息隐匿有助于提高利润,而强制披露政策的实施则会压缩其利润空间,从而削减研发激励。当研发成本适中($1.87 < \gamma < 2.06$,图4(b))时,自由信息设计下的创新企业依然能通过“保守研发+隐匿信息”的策略组合维持较高的利润,而强制披露政策通过限制企业的可选策略集压缩了其利润空间,反而有助于倒逼创新企业转向激进型的研发策略。由此可见,虽然强制披露政策增加了市场上的信息以最大化交易效率,其研发激励效应却并不显然:强制披露的实施一方面带来了负向的研发投入激励,但当行业存在正向的技术冲击使得研发难度 γ 降低时,这一负向激励反而能够促使企业更早转向更高的研发目标。

上文描述的研发决策与政策影响不只在 $\mu(q|\gamma) = e^{-\gamma q}$ 的参数假设下成立。可以证明,对于任意满足假设(1)至假设(3)的研发技术,完全信息环境中企业 E 的利润均在 $q = 1$ 两侧分别呈现先递增后递减的拟凹形态。命题2完整刻画了这一结果。

命题2 令 $\mu(q|\gamma)$ 满足假设(1)至假设(3)。在完全信息下,存在一个临界值 γ_{full} 使得 $\Pi'_{full}(\gamma) \geq \Pi^h_{full}(\gamma)$ 当且仅当 $\gamma \geq \gamma_{full}$ 。

创新企业可以自主设计其披露机制时,尽管难以针对一般性的 $\mu(q|\gamma)$ 完整刻画利

润函数在 $q < q_1$ 时的局部拟凹性,我们依然可以根据命题 1 作出如下推断:当且仅当 $q < q_1$ 时,创新企业通过部分或全部隐瞒信息的策略获取高于完全信息时的利润。正如参数案例所示,这一优化过程带来两方面的影响:(1)当激进型策略在完全信息下为次优选择时,在自由信息设计下同样不可能是全局最优,此时信息设计带来的额外利润空间提高了保守型研发的回报率,从而提高研发激励;(2)当激进型策略在完全信息下为全局最优选择时,在自由信息设计下依然可能是次优,此时披露环节的自由度带来的利润空间反而让创新企业倾向于维持保守型而非转向激进型的研发策略。命题 3 在一般性的研发技术条件下给出了这一经济逻辑的严格陈述,其证明见附录 III。

命题 3 令 $\mu(q|\gamma)$ 满足假设(1)至假设(3)。当 γ 足够低时,允许企业进行信息设计与强制披露政策的研发激励相同。当 γ 足够高($\gamma > \gamma_{full}$)时,实施强制披露政策会降低创新企业的研发投入。存在适中的 γ ,使得强制披露政策能提高创新企业的研发投入。

五、福利分析

本部分探讨强制披露政策如何影响社会总福利以及各参与方的剩余分配。^① 由于一般性的 $\mu(q|\gamma)$ 函数形式下难以刻画均衡策略的显式解,我们假设研发技术由具体的参数形式 $\mu(q|\gamma) = e^{-\gamma q}$ 表示^②,采用数值分析的方式阐释价格竞争下强制披露政策如何通过信息效应和激励效应对福利产生影响。

图 5 展示了在不同研发难度下自由信息设计和强制披露这两种环境中的福利分配结果。当研发难度较高($\gamma \geq 2.06$)时,企业 E 在两种信息环境下均选择保守型的研发策略,而强制披露迫使其选择次优的研发策略。此时社会总福利下降,其中消费者福利提升,但创新企业与在位企业利润均下降。当研发难度适中($1.87 \leq \gamma < 2.06$)时,强制披露倒逼企业 E 选择激进的研发策略,社会总福利下降,其中消费者福利大幅下降,创新企业利润下降但在位企业利润大幅提升。当研发难度足够低($\gamma < 1.87$)时,企业 E 在两种信息环境下均选择激进型的研发策略和完全披露的信息策略,因此强制披露政策不会改变福利结果。可以看到,尽管强制披露政策在社会总福利的层面始终带来负面影响,但具体到消费者和生产者间的剩余分配时,其效果却高度依赖于研发难度这一环境变量,在不同参数范围内其效应可能截然相反。

为了进一步理解政策效应背后的机制,我们构建反事实场景——企业 E 选择自由披露下的研发策略但被要求进行强制披露——将强制披露的效应分解为两个渠道:一方面,市场中产品质量信息更加透明,从而影响后续企业的价格博弈与消费者决策,我们称之为信息效应;另一方面,政策实施导致创新企业的盈利预期发生变化,从而调整其研发策略,我们称之为激励效应。

① 附录 IV 进一步讨论了消费者个体福利分析。

② 可以验证,这一参数形式满足模型设定中对研发技术的三条假设。

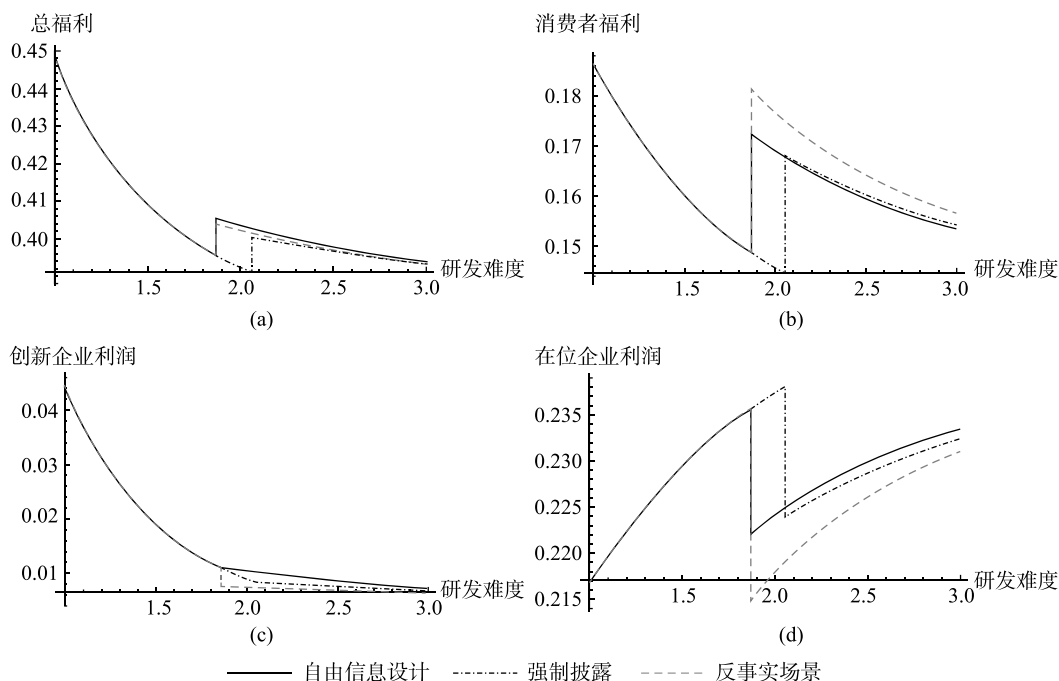


图5 信息规制与福利分配

首先假设创新企业在实施强制披露政策后保持研发策略不变,从而分离出从策略性完全隐匿(黑色实线)到完全信息(灰色虚线)的福利变动,也即信息效应。强制披露政策虽然提升了市场中的信息透明度,但社会总福利反而下降(图5(a))。这一反直觉的结果主要来自内生的定价均衡^①:虽然信息透明度的提高能够改善消费者决策从而提升匹配效率,但其正效应会被寡头企业的定价策略调整抵消,例如强制披露下创新企业研发失败时在位企业形成垄断,会导致过高的社会福利损失。

具体到社会福利的分配,我们发现信息效应能够提高消费者剩余(图5(b)),这主要是因为自由披露下企业 E 始终能够以价格优势占据部分市场份额,这意味着这些消费者以一定概率支付正的价格但购买到质量为 0 的产品。强制披露的实施助消费者做出更准确的购买决策,避免负事后效用的情形发生。企业 E 的利润下降(图5(c)),这是由于其披露策略被强制从最优转变为次优。企业 I 的利润下降(图5(d)),因为自由披露下企业 I 始终作为质量领先者与后验期望质量为 μq 的对手竞争,而强制披露使得企业 I 以一定概率成为垄断者,以互补概率成为寡头中的领先者并与后验期望质量为 q 的对手竞争,其中后一种情形下更小的质量差距导致激烈的价格竞争,使得企业 I 在竞争时的利润损失超过了垄断时的利润提升。^②

现在假设企业 E 的披露策略保持在完全披露,我们可以分离出研发策略调整前(灰色虚线)到调整后(黑色点划线)的福利变动,也即强制披露的激励效应。首先考虑研发

① 由于市场均衡内生于披露结果,福利效应的具体细节较为复杂,我们在附录IV中给出了更加严谨的细节讨论。

② 严格地讲,这是因为作为质量领导者,企业 I 的均衡利润始终是对手后验期望质量的凹函数,表现出风险厌恶的特征,提高信息透明度会降低其期望利润。

难度较高($\gamma \leq 2.06$),也即在位企业始终占据质量优势的情况。注意到,激励效应导致社会总福利下降,这是因为高研发难度下强制披露导致企业 E 采取更保守的研发策略,也即选择更低的目标质量 q ,此时研发成功率的上升有限,无法抵消质量下降带来的负面效果。^① 具体到福利分配,消费者剩余同样因产品质量下降而降低,但激励效应的幅度小于信息效应带来的正面影响(图 5(b))。企业 E 的利润提升,这是由于在信息策略被强制固定到完全信息后,企业 E 能够对研发策略进行重新优化,但无法回升到在两个维度上均能自由最优化的水平(图 5(c))。企业 I 的利润同样回升,这是由于对手更加保守的研发策略降低了在位企业面对的竞争强度(图 5(d))。

研发难度中等($1.87 \leq \gamma < 2.06$)时,激励效应开始占据主导作用。具体而言,强制披露政策倒逼创新企业选择激进的研发策略,目标质量显著提高,但伴随而来的是研发成功率的大幅下降。对社会总福利和消费者剩余而言,成功率的跳跃式下降远超研发成功时的质量提升,因而激励效应为负且远大于研发难度较高的情形。对企业 I 而言,尽管对手研发成功时在位企业会因为失去质量领先地位而面临利润下降,但这一激进型的策略成功概率极低,反之在位企业实现垄断的概率大幅提升,因而期望利润依然大幅上涨。对企业 E 而言,尽管其最优研发策略出现跳跃,但其激励效应在 $\gamma = 2.06$ 处保持连续,这是因为尽管只有极小概率能研发成功,但成功时的“反败为胜”使得企业 E 能够获得远超质量劣势时的利润,因而总利润保持连续变化。

六、政策含义和研究展望

本文的研究结论为我国质量强国建设中加快产品质量提档升级的目标带来政策启示。在一般性消费品领域,应充分考虑政策目标(消费者剩余、行业利润还是产品创新)以及行业研发难度特性的异质性,平衡披露政策对研发与竞争带来的策略性影响。在研发难度适中、消费者福利占据政策目标主导地位时,应采用相对宽松的产品披露规制,以释放企业的创新活力。在我国创新药物、医疗器械、农产品等产品质量安全要求较高的行业,一方面应加大检测力度、完善信息化追溯体系,提升产品信息透明度,保障消费者安全;另一方面也应针对不同细分药物市场调整相应信息规制政策,同时配合以价格监管、创新企业的产品研发补贴等反垄断政策,发挥强披露规制的研发激励效应的同时降低因研发失败风险提升带来的负面影响。此外,应当加大基础研究的投入力度,以基础科学的发展推动应用型研发难度的降低,一方面推动消费品质量提升,另一方面促使企业主动披露产品质量信息,降低信息监管成本。

基于本文的研究,我们可以在未来进行多个方向的进一步探索。首先,本文对政策设计的建模局限于产品质量披露政策,并且只考虑了允许企业自由披露和强制企业完全披露两个极端设定。未来的研究可以进一步探讨监管者不同政策目标下的最优披露规制,并探索披露规制政策与其他创新与市场监管政策的组合效应。其次,本文对市场结

^① 以 $\gamma = 2.5$ 时为例,强制披露使得最优目标质量由 $q = 0.4$ 下降到 $q = 0.296$,此时研发成功率有所提升(从 0.368 上升到 0.477),但期望质量依然下降(从 0.147 下降到 0.141)。

构的讨论基于静态的双寡头模型,而现实中企业的动态进入、退出过程是创新政策与披露规制政策制定过程中应该考虑的重要因素,未来的研究可以针对相关政策的动态与长期效应进行深入分析。此外,本文假设企业的研发策略是可观测的。在现实中,企业的这一决策有可能是其私人信息,此时企业的信息设计就会变成先验信念未知的信息设计问题,需要依赖于市场在均衡中对其形成正确预期。这使得研究问题变成一类特殊的包含额外道德风险激励相容约束的信息设计问题。未来的研究可以在这一方向做进一步探索。

参考文献

- [1] Armstrong, M., and J. Zhou, “Consumer Information and the Limits to Competition”, *American Economic Review*, 2022, 112, 534-577.
- [2] Belleflamme, P., and M. Peitz, “Asymmetric Information and Overinvestment in Quality”, *European Economic Review*, 2014, 66, 127-143.
- [3] Berger, B., A. Chandra, and C. Garthwaite, “Regulatory Approval and Expanded Market Size”, *National Bureau of Economic Research Technical Report*, 2021.
- [4] Board, O., “Competition and Disclosure”, *The Journal of Industrial Economics*, 2009, 57, 197-213.
- [5] Boleslavsky, R., B. I. Carlin, and C. Cotton, “A Model of Challenge Funds: How Funding Availability and Selection Rigor Affect Project Quality”, *Technical Report, Queen’s Economics Department Working Paper*, 2021.
- [6] Boleslavsky, R., and C. S. Cotton, “Grading Standards and Education Quality”, *American Economic Journal: Microeconomics*, 2015, 7, 248-79.
- [7] Boleslavsky, R., C. S. Cotton, and H. Gurnani, “Demonstrations and Price Competition in New Product Release”, *Management Science*, 2017, 63, 2016-2026.
- [8] Boleslavsky, R., and K. Kim, “Bayesian Persuasion and Moral Hazard”, *Working Paper*, 2018.
- [9] Budish, E., B. N. Roin, and H. Williams, “Do Firms Underinvest in Long-term Research? Evidence from Cancer Clinical Trials”, *American Economic Review*, 2015, 105, 2044-2085.
- [10] Celik, L., “Information Unraveling Revisited: Disclosure of Horizontal Attributes”, *The Journal of Industrial Economics*, 2014, 62 (1), 113-136.
- [11] Chen, J., Z. Kuang, and J. Zheng, “Persuasion and Timing in Asymmetric-information All-pay Auction Contests”, *Working Paper*, 2022.
- [12] Condorelli, D., and B. Szentes, “Information Design in the Holdup Problem”, *Journal of Political Economy*, 2020, 128, 681-709.
- [13] Condorelli, D., and B. Szentes, “Surplus Sharing in Cournot Oligopoly”, *Theoretical Economics*, 2022, 17(3), 955-975.
- [14] Dogan, M., and J. Hu, “Consumer Search and Optimal Information”, *The RAND Journal of Economics*, 2022, 53, 386-403.
- [15] Dranove, D., and G. Z. Jin, “Quality Disclosure and Certification: Theory and Practice”, *Journal of Economic Literature*, 2010, 48, 935-963.
- [16] Gabszewicz, J. J., and J. F. Thisse, “Price Competition, Quality and Income Disparities”, *Journal of Economic Theory*, 1979, 20, 340-359.
- [17] Gill, D., and D. Sgroi, “The Optimal Choice of Pre-launch Reviewer”, *Journal of Economic Theory*, 2012, 147, 1247-1260.

- [18] Grennan, M., and R. J. Town, "Regulating Innovation with Uncertain Quality: Information, Risk, and Access in Medical Devices", *American Economic Review*, 2020, 110, 120-161.
- [19] 胡珉、傅培轩, "信息披露的经济学分析: 预防性动机视角", 《产经评论》, 2022 年第 13 期, 第 26—38 页。
- [20] Ivanov, M., "Information Revelation in Competitive Markets", *Economic Theory*, 2013, 52, 337-365.
- [21] Kamenica, E., and M. Gentzkow, "Bayesian Persuasion", *American Economic Review*, 2011, 101, 2590-2615.
- [22] Kuang, Z., H. Zhao, and J. Zheng, "Ridge Distributions and Information Design in Simultaneous All-pay Auction Contests", *Games and Economic Behavior*, 2024, 148, 218-243.
- [23] Levin, D., J. Peck, and L. Ye, "Quality Disclosure and Competition", *The Journal of Industrial Economics*, 2009, 57, 167-196.
- [24] Moorthy, K. S., "Product and Price Competition in a Duopoly", *Marketing Science*, 1988, 7, 141-168.
- [25] Mulligan, C. B., "Peltzman Revisited: Quantifying 21st Century Opportunity Costs of FDA Regulation", *Technical Report*, National Bureau of Economic Research, 2021.
- [26] Peltzman, S., "An Evaluation of Consumer Protection Legislation: The 1962 Drug Amendments", *Journal of Political Economy*, 1973, 81, 1049-1091.
- [27] Roesler, A. K., and B. Szentes, "Buyer-optimal Learning and Monopoly Pricing", *American Economic Review*, 2017, 107, 2072-80.
- [28] Saeedi, M., and A. Shourideh, "Optimal Rating Design under Moral Hazard", *Working Paper*, 2020.
- [29] Shaked, A., and J. Sutton, "Relaxing Price Competition through Product Differentiation", *The Review of Economic Studies*, 1982, 3-13.
- [30] Shaked, A., and J. Sutton, "Natural Oligopolies", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1983, 1469-1483.
- [31] Stern, A. D., "Innovation under Regulatory Uncertainty: Evidence from Medical Technology", *Journal of Public Economics*, 2017, 145, 181-200.
- [32] Tse, C. Y., "Risky Quality Choice", *International Journal of Industrial Organization*, 2001, 19, 185-212.
- [33] Vatter, B., "Quality Disclosure and Regulation: Scoring Design in Medicare Advantage", *Econometrica*, 2025, 93(3), 959-1001.
- [34] 王明、段巍、龙登高, "政策认知分歧、干中学与层级政府治理", 《世界经济》, 2021 年第 44 期, 第 130—156 页。
- [35] Wauthy, X., "Quality Choice in Models of Vertical Differentiation", *The Journal of Industrial Economics*, 1996, 345-353.
- [36] Yang, R., "Regulating Product Tests via Minimum Quality Standards", *Working Paper*, 2024.
- [37] Zapechelnyuk, A., "Optimal Quality Certification", *American Economic Review: Insights*, 2020, 2, 161-76.
- [38] Zhang, J., and J. Zhou, "Information Disclosure in Contests: A Bayesian Persuasion Approach", *The Economic Journal*, 2016, 126, 2197-2217.
- [39] 郑捷、甘朗、韩海鹏、连增, "市场前景、产能约束与规制者信息披露政策设计", 工作论文, 2024。

R&D, Information Design, and Price Competition for Innovative Products

YANG Renkun

(Jinan University)

LYU Cheng

(Hong Kong University of Science and Technology)

XU Shuo*

(Beijing Foreign Studies University)

ZHENG Jie

(Shandong University)

Abstract: We incorporate Bayesian persuasion into a vertically differentiated oligopoly to study how the entrant's quality disclosure and the regulator's mandatory disclosure policy affect competition and innovation. Under free-to-choose disclosure, full revelation arises when the target quality is sufficiently high; otherwise, the entrant chooses partial or full concealment to maintain product differentiation. Under mandatory disclosure, when innovation is sufficiently difficult, the entrant adopts a conservative R&D strategy, benefiting consumers while reducing both firms' profits; when the difficulty is moderate, the entrant chooses a risky R&D strategy that harms both consumers and the entrant while benefiting the incumbent.

Keywords: information design; R&D; mandatory disclosure

JEL Classification: D83, D43, L15

* Corresponding Author; XU Shuo, International Business School, Beijing Foreign Studies University, No. 2 North Xisanhuan Road, Haodian District, Beijing 100089, China; Tel: 86-18513917138; E-mail: shuo.xu@bfsu.edu.cn.