

# 竞争会降低企业收集消费者信息 并增加隐私保护投资吗？<sup>\*</sup>

李三希 张仲元 焦倩

**摘要:**如何解决消费者信息过度收集与隐私信息保护等问题是数字经济时代的重大议题。本文从企业信息收集政策与隐私保护投资决策两个角度出发,构建差异化双寡头模型,探讨市场竞争机制对企业信息收集强度和隐私保护投资的影响。结果表明,在信息可观测的情况下,竞争会降低企业的信息收集强度,提高隐私保护投资水平。相较于寡头竞争,垄断下的企业会收集更多的消费者信息并降低对隐私保护的投入。进一步地,本文在实际信息不可观测的情形下引入政府监管,发现加强监管会强化竞争机制对消费者隐私保护的效率,揭示了市场竞争机制和政府监管之间的互补关系。因此,创造良好的竞争环境,鼓励企业将信息收集与隐私保护作为市场竞争手段,是解决数据治理问题的重要途径。

**关键词:**竞争 消费者信息收集 隐私保护 政府监管

## 一、引言

大力发展数字经济是我国未来经济发展的重大战略方向,而数据是数字经济时代最重要的资源。2020年4月,中共中央、国务院发布《关于构建更加完善的要素市场化配置体制机制的意见》,首次将数据确定为与劳动、资本、土地等相提并论的生产要素。有人将数据形容为数字经济时代的石油。然而,与石油等生产要素不同,数据的生产与加工涉及到对消费者个人信息的采集与利用,以及与之伴随的信息泄露。中国青年政治学院2016年底发布的《中国个人信息安全和个人信息保护报告》显示,2015年电信诈骗导致损失约200亿元<sup>①</sup>。72%受访者认为个人信息泄露问题严重,个人信息安全已成为社会普遍关注的问题。此外,由于数据所有权和使用权的分离,数据的输入、计算和输出等阶段都有泄露的风险,大数据计算技术的广泛应用为隐私保护提出了严峻的挑战(钱文君等,2022)。数据的过度收集和滥用也成为金融科技行业的主要风险之一(龚强等,2022)。

如何解决数字经济时代个人信息被过度收集以及企业对隐私保护投资不足导致信息泄露的问题,是保障数字经济健康发展的重大现实问题。现有思路大多强调通过立法和规制进行解决。例如在2021年8月,我国正式通过了《中华人民共和国个人信息保护法》。一个健康的市场经济体系,不仅仅需要有政府,也需要有效的市场机制。常规的规制手段不仅成本高昂,而且常常以牺牲创新为代价(詹森等,2022)。本文利用市场机制作为解决隐私问题的内在驱动力,着重研究竞争是否有助于解决个人信息保护的问题。进一步而言,通过研究竞争机制对企业在信息收集和隐私保护投资两个层面策略博弈的影响,探究市场竞争与政府规制之间的关系。

随着消费者日渐重视个人信息的收集和保护,有不少企业已经将信息收集与隐私保护作为建立竞争优势的重要手段。在2019年“鸭鸭冲吧”(DuckDuckGo)随机抽样的1114名18岁以上的美国人中,将近80%的受访者调整了隐私设置或减少了对社交媒体的使用。将近1/4的受访者称,由于隐私问题,他们已删除或停用了社交媒体帐户。有64%的受访者认为,在购买下一批智能设备时,隐私选项或设置是“非常重要”或“极端重

<sup>\*</sup> 本研究得到国家自然科学基金资助项目重大项目(基金号:72192801、72192802)、北京市自然科学基金资助项目重点项目(基金号Z220001)、教育部人文社会科学青年项目(基金号:20YJC790052)和中国人民大学2023年度“中央高校建设世界一流大学(学科)和特色发展引导专项资金”的资助。焦倩为本文通讯作者。

## 竞争会降低企业收集消费者信息并增加隐私保护投资吗?

### 经济学

要”<sup>②</sup>。为迎合用户对搜索记录等个人信息的隐私需求,“鸭鸭冲吧”(DuckDuckGo)这一新型搜索引擎主张严格保护使用者的使用记录,承诺不监控、不记录、不追踪使用者的搜索内容,并把这点作为与谷歌相比最大的竞争优势而大力宣传。2021年“鸭鸭冲吧”(DuckDuckGo)全年搜索量353亿次<sup>③</sup>,这充分说明市场上存在一定数量的消费者的确会基于个人信息收集量和隐私保护来选择相应产品。另一个例子是苹果公司近期在操作系统上的改革<sup>④</sup>。苹果给每个用户系统分配了一个广告客户标识符(IDFA),要求开发人员必须通过提示询问用户是否愿意分享广告客户标识符(IDFA)。根据报道,苹果公司正在将隐私保护转变为其商业优势。此外,迈克菲(Mcafee)公司基于全球各行业800多名高管的问卷调查显示,74%的受访者相信数据保护措施可以吸引新顾客。迈克菲(Mcafee)公司的调查报告指出<sup>⑤</sup>,企业在数据保护方面的努力可以带来多重好处:既可以避免罚款,减少信息泄露之后的补救费用,还可以获取客户信任和建立品牌口碑。

以上的案例说明,部分企业已经意识到减少消费者信息收集、加强个人信息保护能够作为增强自身竞争优势的一种手段。因此,市场中普遍存在的竞争机制似乎可以缓解消费者日益关心的个人数据收集和泄露的问题。本文将构建理论模型,探讨这一现象背后的逻辑,并试图回答:竞争能否降低企业对消费者个人信息的收集,并增加对消费者隐私保护的投入?站在企业的角度,如果竞争对手的信息收集和个人信息保护策略发生了相应的调整,企业将如何应对?

本文基于霍特林(Hotelling)模型构建了一个双寡头企业竞争模型,企业拥有信息收集与信息保护投资两个竞争策略。信息收集指消费者在使用企业的产品和服务时,企业收集关于消费者活动和消费者个体特征的相关数据。信息收集对消费者效用既有正面影响,也有负面影响,消费者关于信息收集的效用并非单调函数。一方面,收集到数据以后,企业可以使用数据更好地了解和预测消费者的偏好,对产品或服务进行针对性改进,改善消费者体验。福特福克斯电动汽车持续收集用户驾驶时加速、制动、电池充电和地理位置等信息,工程师通过对数据的分析了解用户的驾驶习惯,并基于汽车电池的消耗数据决定在哪里设置充电站<sup>⑥</sup>。美国的高级医疗联盟(Premier Healthcare Alliance)在超过2600家医院和84000家医疗诊所中共享数据,为患者提供更高质量的医疗服务<sup>⑦</sup>。另一方面,更多的数据为企业实行价格歧视提供了便利,一旦发生信息泄露,给消费者造成的负面影响也更严重。除了给消费者带来无休止的广告烦恼外,泄露的个人数据也可能被不法分子使用,设计针对性的方案以影响用户的思想倾向,甚至危害人身财产安全。隐私信息的保护是指,企业通过加大对数据安全的投入(包括组建专业团队负责数据安全、创新或引进数据加密技术、提高数据库安全等级等)以降低隐私泄露的风险,消费者会严格偏好于更多的个人信息保护。综上所述,消费者对两种策略的偏好不完全相同,企业的信息收集策略和隐私保护投资策略可以是分开、相互独立的。因此本文假定企业会根据市场结构、市场竞争情况等对二者分别做出决策。

在基准模型中,我们首先固定个人信息保护水平,讨论企业在竞争中如何确定信息收集的强度以吸引消费者;然后固定信息收集水平,讨论企业如何选择对隐私保护的投入水平。消费者能够观测到企业真实的信息收集政策与隐私保护投入水平,并基于此选择在何处消费以及消费多少。本文用两种方式来度量竞争:第一,给定双寡头的市场结构,使用产品差异化程度来衡量竞争程度。差异化越低,说明竞争越激烈。第二,进一步比较寡头竞争市场和寡头垄断市场两种不同市场结构下企业的信息收集与隐私保护决策。

本文结论表明,均衡时企业选择的信息收集强度高于消费者最优的信息收集强度,而隐私保护投入水平低于消费者最优的水平。不论是以产品差异化程度衡量的竞争,还是以不同市场结构度量的竞争,竞争加强都会降低企业的信息收集强度,并且提高隐私保护投入水平。具体而言,在寡头竞争市场上,差异化程度越低,企业信息收集强度越低,隐私保护投入越高;相较于寡头竞争市场,垄断市场结构下的信息收集水平更高,隐私保护投入水平更低。从社会总福利来看,垄断的信息收集水平总超过社会最优,而寡头竞争的信息收集水平有可能超过也有可能低于社会最优,取决于社会福利函数中消费者剩余与行业利润各自的权重。如果社会福利函数中行业利润的权重很高,则寡头竞争的信息收集水平可能低于社会最优水平。垄断与寡头竞争都会导致信息收集强度高于社会最优,带来扭曲。因此寡头竞争相比垄断不一定带来更高的社会总福利。特别

地,如果社会福利函数中行业利润权重足够高,则垄断会带来过度收集的扭曲,而寡头竞争则会带来收集不足的扭曲,且后者的扭曲可能会超过前者,进而造成更低的社会总福利。但是,如果社会福利函数中消费者剩余权重足够大,则与垄断相比,寡头竞争能够带来更高的社会总福利。

基准模型中假设企业的信息政策强度能够被消费者完全观测,然而在现实中,由于信息不对称性、信息条款的复杂性,企业未必会严格遵守宣称的信息收集政策和信息保护承诺(陈等,2021)。在扩展模型中,我们放松了企业的真实信息政策可被消费者观测到的假设,允许企业实际执行的信息政策偏离其宣称的信息政策。同时引入政府监管,以使得模型更贴合现实。企业偏离程度越大,越有可能被政府查处到,受到的罚款也越多。

本文研究发现,如果企业实际的信息政策强度不可观测,实际的信息收集强度总会高于其宣称的信息收集强度,实际的隐私保护投资水平总会低于宣称的值。监管力度决定了宣称值和真实值之间的差距。对于企业的信息收集水平,加强监管会提高其宣称值,降低其实际值;而对于隐私保护投资水平,加强监管会降低其宣称值,提高其实际值。竞争加剧对实际的隐私保护投资和信息收集强度的影响截然不同。对于隐私保护投资水平而言,竞争总会同时提高宣称的值和实际的值。不同的是,竞争机制会降低企业宣称的信息收集强度,但是对实际值的影响取决于监管强度:若监管很严格,实际收集强度随竞争的加剧而降低;若监管很宽松,竞争加剧会促使企业宣称一个低的收集强度,而实际上收集更多的隐私信息。上述发现揭示了市场竞争和政府监管之间紧密联系的互补关系:只有政府监管到位了,竞争才会促使企业降低实际信息收集强度,保护消费者隐私。否则,企业为了应对激烈的竞争,往往会宣称对消费者更友好的信息政策,实际上收集更多消费者的隐私。

本文研究结论的政策意义如下。首先,将企业的个人信息保护策略纳入竞争范围之内,倡导将信息保护作为竞争优势。当前企业之间的竞争更多集中在价格、产品或服务等方面,消费者的目光较少集中到企业是否重视隐私保护,这一现象的原因可能是企业之间达成无声的共识,利用市场力量使得消费者的注意力不聚焦于信息层面(科斯塔-卡布拉尔、林斯基,2017)。因此,在全社会范围内构建重视个人信息保护的共识,使得隐私数据收集和保护成为企业之间重要的竞争维度,是解决数据治理问题的重要途径。其次,政府监管应该与市场竞争相互协调。政府应致力于确保企业履行其宣称的个人信息保护政策,杜绝虚假宣传,破除企业在收集个人信息方面的道德风险。同时多管齐下,帮助消费者明确信息安全的重要意义,简单化、标准化以及透明化企业的信息政策条款,保证消费者准确理解企业隐私政策的相关条款。在此基础上,利用竞争政策保证市场内部实现充分竞争。由于信息收集与个人信息保护问题在垄断市场结构中更为严重,因此在运用政府规制手段来解决数据治理问题时,应着重提高针对性,更多关注垄断性市场。最后,本文强调,竞争政策与个人信息保护之间存在很强的协调关系。竞争主管机构在执行数字企业的合并控制政策时,不仅要考虑合并可能会带来提价或减产等传统的反竞争效应,也要考虑合并会对企业的个人信息保护策略产生影响,以及可能给消费者和社会总福利带来的负面效应。

本文剩余部分的安排如下,第二部分对相关研究进行综述,阐述了本文相对于已有文献的创新与边际贡献;第三部分介绍模型的设定,并讨论在信息政策强度可观测的情况下企业的均衡信息收集政策与隐私保护投资决策;第四部分在信息政策强度不可观测的情况下,讨论竞争机制是否依然成立;第五部分提出相应政策建议并对全文进行总结。

## 二、文献综述

数字技术极大改变了市场中消费者和厂商获得信息的方式与渠道,企业能够以更低的成本获取更多维度的消费者数据。在收集到消费者数据以后,企业可以使用这些数据进行多种商业活动,包括对消费者进行个性化定制与精准广告投放(耶尔等,2005;卜拉欣等,2011;埃斯特韦斯、雷森迪,2016;哈久、怀特,2020)。企业也有可能使用收集到的数据对消费者进行价格歧视(维拉斯-博阿斯,1999;范德布格、梯若尔,2000;阿奎斯



蒂、范里安,2005;范德布格、维拉斯-博阿斯,2006;王世强等,2020)。科尔尼埃和泰勒(2020)通过建立一般性的框架,系统分析了在各种市场结构或者政策环境下数据对企业竞争的影响。企业对数据的处理方式也会影响自身效率与市场均衡,以平台企业为例,排序规则的变化能够提高信息匹配效率从而改善平台生态(刘重阳、曲创,2018;曲创、刘重阳,2019;刘小鲁、鲍仁杰,2020)。孙浦阳等(2017)发现数字技术的应用会降低消费者的搜寻成本并影响市场均衡价格。

随着数字经济的进一步发展,消费者信息收集与个人信息保护的问题逐渐得到越来越多的重视。威尔森和布朗斯坦(2009)指出,信息技术的进步使得收集消费者的线上数据内容覆盖更广、成本更低、耗时更少。此外,企业的信息收集范围也逐渐扩大,所采用的算法也愈加精准。除用户在使用过程中暴露出的数据外(阿里等,2020),企业的收集对象还包括历史购买记录(范德布格、维拉斯-博阿斯,2006)、用户的社交联系(阿西莫格鲁等,2017,2019)等。

不少文献讨论如何规制企业过度攫取用户信息的行为。波斯纳(1981)提出,消费者不仅是商品或服务的接受方,也是信息的生产方。个人信息包含有潜在的利润,拥有信息越多的人就占有更多的财富。而侵犯个人信息就是非法夺取用户的信息,必须对这种财富再分配的形式予以限制。传统个人信息经济学更加关注个人信息共享或个人信息保护对社会福利的影响,以及消费者针对信息共享采取相对应的反制措施,如匿名购买(阿奎斯蒂、范里安,2005)、等待战略(陈、张,2009)对福利的影响,郑捷(2021)指出不同类型的消息对企业利润和消费者剩余的影响可能并不相同。另一些文献则强调企业对消费者大数据的垄断可能会导致妨碍竞争的效果(纽曼,2014;斯图克、格伦斯,2016)。政府规制或采取法律手段保护个人信息也被屡屡提及(白让让,2020),但是这一途径面临较高风险和成本,甚至有可能阻碍创新,破坏市场竞争机制(阿奎斯蒂、范里安,2005;卡夫等,2011;坎贝尔等,2015),有文献指出过于严格的信息保护法规不利于消费者剩余和社会福利最大化(李三希等,2021;汪敏达等,2022)。数字经济的双边特性也为规制的实际操作带来了极高的门槛(寇宗来、刘雅婧,2019;陈林、张家才,2020)。与这些文献不同,本文强调,当消费者信息收集和个人信息保护成为消费者重要的关注点时,企业有动机将信息收集和个人信息保护当成企业的决策变量,作为主要的竞争手段,此时竞争本身可以缓解过度信息收集与个人信息保护不足的问题。

范梅塞尔等(2022)在其开创性研究中第一次将信息收集和个人信息保护视为企业主要决策变量。该文章在一个垄断框架下讨论了企业的信息收集与个人信息保护政策,证明了企业的最优信息收集水平总是高于社会最优,最优个人信息保护总是低于社会最优。尽管更早期的崔等(2019)也得出了相同的结论,但他们认为原因是隐私信息的外部性以及消费者之间在隐私保护层面无法达成一致。为解决企业的过度信息收集与个人信息保护投资不足,范梅塞尔等(2022)提出一个政策组合,即制定最低数据保护标准的同时对企业征收数据税。他们证明该政策组合可以恢复达到社会最优。

不同于范梅塞尔等(2022),本文的分析建立在一个竞争框架的基础上,讨论竞争如何影响企业的信息收集政策与个人信息保护行为。首先,从现实层面来看,寡头的市场结构相较于垄断的市场结构更常见。即便是在垄断程度很高的互联网行业,也常常是寡头而非纯垄断的市场结构。比如电商行业有阿里、京东等,搜索行业有百度、必应等,网约车行业有滴滴、首汽约车等。其次,范梅塞尔等(2022)证明不论社会目标函数分别赋予消费者效用和行业利润多大权重,均衡时的信息收集总是高于社会最优,个人信息保护总是低于社会最优。而本文则证明,均衡时信息收集与个人信息保护既有可能高于社会最优,也有可能低于社会最优,取决于社会目标函数中消费者效用与行业利润占的权重。当行业利润占的权重足够大时,均衡信息收集程度低于社会最优,而个人信息保护水平高于社会最优。最后,本文建议加强企业在信息收集和个人信息保护方面的竞争,能够有效解决信息过度收集和个人信息保护不足的问题。这一政策思路在范梅塞尔等(2022)中被完全忽略。

张剑虎和林平(2022)通过建立二维霍特林(Hotelling)模型分析企业在价格和隐私保护(非价格层面)的竞争,对《个人信息保护法》的实施如何影响消费者福利和市场竞争机制进行了经济学分析。该文献将法律法规

的作用机理聚焦到完善市场机制,证实了在一定条件下市场机制本身能够保护消费者隐私,肯定了法律法规在隐私保护方面的必要性,强调通过政府之手可以在一定程度上克服市场机制的弊端。本文部分结论与该文献一致。不同的是,他们的文章将隐私保护等同于不允许收集信息,而本文则将企业的信息政策区分为信息收集和隐私保护两部分。此外,本文还探讨了在信息政策不可观测条件下的均衡情况,使得模型更加贴近现实。最后,两篇文章讨论的“政府之手”发挥的作用也不同:他们的文章讨论的“政府之手”是政府制定政策决定是否允许厂商收集信息,由政府决定是采用严格禁止的信息收集政策还是消费者知情同意的信息收集政策;而本文讨论的政策之手是指通过监管确保企业遵守其宣称的信息收集政策,不会产生误导消费者的道德风险行为。

与现有文献相比,本文的创新在于:(1)将保护消费者隐私的研究视角从非市场力量的限制、惩罚转换为市场机制的内生推动,提供了一条全新的解决思路。(2)将信息收集政策和隐私保护投资视作企业获取竞争优势的方式,并对二者进行区分。由于企业收集数据的行为对消费者的影响可正可负,而个人信息泄露对消费者效用是确定性负面的,消费者对两种政策的偏好并不相同,故需要分开讨论。(3)区分企业宣称的信息政策和实际执行的信息政策,模拟了消费者无法准确掌握企业实际执行的信息政策这一现实情况,并证明均衡时二者并不相等,使得模型更贴近现实,同时也为经验研究提供了分析思路。对企业隐私政策的量化研究常采用基于公开文件的文本分析法,依据相关法律法规或自行构建隐私政策评价指标体系和赋值规则(本胡梅亚等,2020),对企业的隐私条款进行内容评价和打分。本文研究证明,企业宣称的信息政策和实际执行的信息政策并不相等,在同一干预下可能具有不同方向的变化趋势,不加以区分,可能会导致对计量结果的解释偏离事实。(4)回答了“市场之手”和“政府之手”在隐私保护层面互动关系的争论,二者应当形成紧密关联协调互动的关系。充分发挥市场机制保护消费者隐私必须要和政府监管形成有效联动,抑制企业的道德风险倾向。

### 三、基本模型:信息政策强度可观测

#### (一)双寡头竞争市场结构

本文主要分析框架借鉴范梅塞尔等(2022)。不同于范梅塞尔等(2022)只考虑垄断市场结构,本文关注寡头竞争市场结构,并着重讨论竞争在个人信息保护方面发挥的重要作用。在刻画寡头竞争时,本文使用基于经典霍特林(Hotelling)模型的一种拓展。假设有一单位连续无穷多个消费者均匀分布在 $[0, 1]$ 的线段上,而市场上有两个数字企业:企业1和企业2,分别位于线段的两端。消费者由参数 $x \in [0, 1]$ 刻画, $x$ 表示消费者在线段上的位置。 $a_x$ 是消费者 $x$ 的商业活动量。 $A_i \subset [0, 1]$ 是在企业 $i$ 处从事商业活动的消费者集合, $i=1, 2$ 。 $\bar{a}_i = \int_{x \in A_i} a_x dx$ 为企业 $i$ 的消费者商业活动总量。企业 $i$ 自行制定其数据收集的相关政策。记 $\xi_i$ 为企业 $i$ 的数据收集强度,收集到消费者 $x$ 的数据量为 $\xi_i a_x$ 。若消费者 $x$ 在企业1处选择商业活动数量 $a_x$ ,则其效用为:

$$U_x^1 = a_x(b - tx) - \frac{1}{2}a_x^2 + \beta\bar{a}_1 + a_x\left(\rho\xi_1 - \frac{c}{2}\xi_1^2\right) \quad (1)$$

若其在企业2处选择商业活动数量 $a_x$ ,则其效用为:

$$U_x^2 = a_x(b - t(1-x)) - \frac{1}{2}a_x^2 + \beta\bar{a}_2 + a_x\left(\rho\xi_2 - \frac{c}{2}\xi_2^2\right) \quad (2)$$

以 $U_x^1$ 为例说明该效用函数各部分经济学含义。消费者效用函数的第一部分 $a_x(b - tx) - \frac{1}{2}a_x^2$ ,刻画了消费者进行商业活动带来的收益,我们使用二次函数来刻画商业活动给消费者带来的边际效用递减这一特征。 $x$ 代表消费者对企业的偏好: $x$ 越小,消费者越偏好企业1,越不喜欢企业2;而 $t$ 刻画了两个企业的产品差异化程度: $t$ 越小,两个企业差异化越小,竞争越激烈。 $b$ 是一个足够大的常数,从而保证每个消费者至少使用一个企业的服务。

第二部分 $\beta\bar{a}_i$ 刻画了数字企业具有网络外部性这一特征。消费者在某企业处进行商业活动的效用,还取决于所有消费者在该企业处进行商业活动消费者的总量。 $\beta$ 越大,则网络外部性越大。本文的主要结论对所

## 竞争会降低企业收集消费者信息并增加隐私保护投资吗？

### 经济学

有 $\beta$ 均成立。本着行文简单的原则,在随后的行文中,我们均假设 $\beta=0$ 。在(四)福利分析中,我们将严格证明本文主要结论在 $\beta>0$ 时仍然成立。

效用函数的第三部分 $a_i(\rho\xi_i - \frac{c}{2}\xi_i^2)$ 刻画了企业的数据收集行为给消费者效用同时带来正面和负面效果。 $\rho$ 和 $c$ 是一个外生给定的常数; $\rho\xi_i$ 代表企业收集信息给消费者带来的收益,比如精准产品推送,个性化服务的提供等; $\frac{c}{2}\xi_i^2$ 是收集信息给消费者带来的损失(包含信息泄露带来的负效用),比如被黑客侵入,或者被广告骚扰(非定向广告),以及可能存在的价格歧视。假设 $\rho<1, c>\rho$ 。注意到 $U_x^i$ 是 $\xi_i$ 的二次函数,先增后降,在 $\xi_i=\rho/c$ 处达到最大。因此,当 $\xi_i<\rho/c$ 时,企业增加信息收集会增加消费者效用,而 $\xi_i>\rho/c$ 时企业增加信息收集会降低消费效用<sup>⑧</sup>。消费者既希望厂商收集一定的信息以提供更好的产品和服务,又不希望厂商在未经许可的情况下收集过多的信息带来额外的风险。实践中,个人信息保护规制规定信息收集必须遵循必要性原则。例如,我国2021年通过的《个人信息保护法》第六条规定“收集个人信息,应当限于实现处理目的的最小范围,不得过度收集个人信息”,这也从一个侧面验证了本文假设的合理性。本文模型中最优的信息收集水平 $\rho/c$ ,就是能够给消费者带来最高效用的“必要”信息收集水平。

企业 $i$ 的利润为:

$$\Pi_i = \Phi(\bar{a}_i, \xi_i, \bar{a}_i) \quad (3)$$

其中, $\bar{a}_i$ 是用户在企业 $i$ 处的总商业活动量。 $\Phi_1 = \partial\Phi/\partial\bar{a}_i$ 是企业从用户商业活动中获取的边际收益, $\Phi_2 = \partial\Phi/\partial(\xi_i\bar{a}_i)$ 是企业从收集到数据中获取的边际收益。假设 $\Phi_1>0$ ,且 $\Phi_2>0$ 。因此,企业的收入既直接来源于用户活动,也来源于通过用户活动收集到的个人信息数据。当 $\Phi_1$ 很大而 $\Phi_2$ 很小时,企业更多直接从用户活动获利。在现实中,这种情形对应于网约车类商业模式,企业主要收入来源于每单服务提成。当 $\Phi_1$ 很小而 $\Phi_2$ 很大时,企业更多是从消费者的个人信息数据收集中盈利,现实中对应搜索引擎这类商业模式。通常而言, $\Phi_1$ 和 $\Phi_2$ 可以是任意函数形式。本文为了简化,假设 $\Phi_1$ 和 $\Phi_2$ 均为常数。

博弈时序如下:首先,两个企业同时设定信息收集政策 $\xi_i$ 。看到 $\xi_i$ 以后,消费者同时决定去哪个企业进行商业活动,并选择其商业活动的活跃程度 $a_x$ 。这里我们假设消费者能够完全观测并理解企业的信息收集政策<sup>⑨</sup>。

通过逆向归纳法求解:对于消费者 $x$ ,若其选择企业1,则选择 $a_x$ 最大化其效用:

$$\max_{a_x} U_x^1 = a_x(b - tx) - \frac{1}{2}a_x^2 + a_x\left(\rho\xi_1 - \frac{c}{2}\xi_1^2\right) \quad (4)$$

由对 $a_x$ 的一阶条件得到:

$$a_{x1} = b - tx + \left(\rho\xi_1 - \frac{c}{2}\xi_1^2\right) \quad (5)$$

消费者效用为:

$$U_x^{1*} = \frac{1}{2}a_{x1}^2 \quad (6)$$

同理,若其选择企业2,会选择 $a_{x2} = b - t(1-x) + \left(\rho\xi_2 - \frac{c}{2}\xi_2^2\right)$ ,获得效用 $U_x^{2*} = \frac{1}{2}a_{x2}^2$ 。当且仅当 $U_x^{1*} \geq U_x^{2*}$ 时,消费者会选择在企业1处进行商业活动,即 $a_{x1} \geq a_{x2}$ ,展开可写成

$$b - tx + \left(\rho\xi_1 - \frac{c}{2}\xi_1^2\right) \geq b - t(1-x) + \left(\rho\xi_2 - \frac{c}{2}\xi_2^2\right) \quad (7)$$

等价于:

$$x \leq \hat{x} \quad (8)$$

其中,

$$\hat{x} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2t} \left[ \rho(\xi_2 - \xi_1) + \frac{c}{2}(\xi_1^2 - \xi_2^2) \right] \quad (9)$$

对于消费者而言,选择去哪个企业消费取决于其位置。如果消费者更喜欢企业1,就选择去企业1处消费,反之则选择企业2,边际消费者 $\hat{x}$ 在两个企业消费无差异。注意到边际消费者取决于两个企业的信息收集



强度 $\xi_1$ 和 $\xi_2$ 。此外,信息收集强度对边际消费者 $\hat{x}$ 的影响还取决于产品差异化程度 $t$ 。 $t$ 越小,信息收集强度对边际消费者的影响越大。这说明, $t$ 越小,竞争就越激烈,越需要通过调整信息收集强度抢夺边际消费者。

企业1处的总商业活动为:

$$\bar{a}_1(\xi_1, \xi_2) = \int_0^{\hat{x}} a_{x1} dx = \int_0^{\hat{x}} b - tx + \left( \rho \xi_1 - \frac{c}{2} \xi_1^2 \right) dx \quad (10)$$

同理,企业2的总商业活动为:

$$\bar{a}_2(\xi_1, \xi_2) = \int_{\hat{x}}^1 b - t(1-x) + \left( \rho \xi_2 - \frac{c}{2} \xi_2^2 \right) dx \quad (11)$$

消费者通过比较来决定去哪个企业处消费,因此边际消费者 $\hat{x}$ 会同时考虑两个企业的信息收集强度 $\xi_1$ 和 $\xi_2$ 。一旦决定了在哪个企业消费,其消费量只与当企业的信息收集强度相关,而与另一个企业的信息收集强度无关,即 $a_{xi}$ 只和 $\xi_i$ 有关。

下面考虑企业对信息收集程度 $\xi$ 的选择。由企业 $i$ 选择 $\xi_i$ 最大化其利润的一阶条件有:

$$\Phi_1 \frac{\partial \bar{a}_i}{\partial \xi_i} + \Phi_2 \left( \bar{a}_i + \xi_i \frac{\partial \bar{a}_i}{\partial \xi_i} \right) = 0 \quad (12)$$

其中, $\Phi_1 \frac{\partial \bar{a}_i}{\partial \xi_i}$ 指信息收集强度变化导致消费者商业活动活跃程度改变而导致的的企业收入改变,而 $\Phi_2 \left( \bar{a}_i + \xi_i \frac{\partial \bar{a}_i}{\partial \xi_i} \right)$ 指信息收集强度变化导致企业收集到数据的改变而导致的的企业收入改变。当二者的和为零时,此刻的 $\xi_i$ 使得企业利润最大。

任意给定 $\xi_j$ ,由(12)式可以求解出企业 $i$ 的最优反应函数: $\xi_i = \xi_i^b(\xi_j)$ 。下述引理刻画了企业选择 $\xi_i = \xi_i^b(\xi_j)$ 时的一些性质:

引理1:任意给定 $\xi_j$ ,当 $\xi_i = \xi_i^b(\xi_j)$ 时,均有 $c \xi_i - \rho \geq 0$ , $\partial \bar{a}_i / \partial \xi_i \leq 0$ , $\partial \bar{a}_i / \partial \xi_j \geq 0$ , $\partial \hat{x} / \partial \xi_i \leq 0$ ,其中等号当且仅当 $\Phi_2 = 0$ 时成立。

相关证明见《管理世界》网络发行版附录1。

注意到, $\partial U_i / \partial \xi_i = a_i(\rho - c \xi_i)$ 。上述引理说明,任意给定一家企业的信息收集强度 $\xi_j$ ,在另一家企业的最优收集水平 $\xi_i = \xi_i^b(\xi_j)$ 处,信息收集强度增加给消费者带来的边际效用为负。因此,在企业 $i$ 的最优信息收集水平处,提高信息收集程度,会使得更多消费者转移到竞争对手处,从而降低消费者在本企业处的总商业活动水平,增加消费者在对方企业处的总商业活动水平。

企业实现利润最大时,要求信息收集水平增加带来的边际净收益为零。信息收集强度的增加会从两个方面影响企业的收益。一方面,它会增加企业收集到的数据,从而给企业带来正收益。另一方面,它也会影响消费者在该企业的商业活跃度,可正可负,取决于消费者是喜欢还是厌恶信息收集强度的增加。既然要求边际收益为零,而数据收益又为正,故必然要求均衡时消费者厌恶信息收集强度的增加。特别地,当企业的收入与收集到的数据无关时( $\Phi_2 = 0$ ),此时企业信息收集强度的边际增加不会对消费者效用和企业商业活动造成影响,也不会导致用户流向竞争对手。

现在讨论最优反应函数 $\xi_i^b(\xi_j)$ 的斜率,以考察企业的信息收集行为到底是策略互补( $\frac{\partial \xi_i^b(\xi_j)}{\partial \xi_j} > 0$ )还是策略替代( $\frac{\partial \xi_i^b(\xi_j)}{\partial \xi_j} < 0$ )。下面命题表明,最优反应函数是非单调的。

引理2:假设 $b$ 足够大,则有:

$$\begin{cases} \frac{\partial \xi_i^b(\xi_j)}{\partial \xi_j} < 0 & \text{当 } \xi_j < \frac{\rho}{c}, \\ \frac{\partial \xi_i^b(\xi_j)}{\partial \xi_j} > 0 & \text{当 } \xi_j > \frac{\rho}{c}, \\ \frac{\partial \xi_i^b(\xi_j)}{\partial \xi_j} = 0 & \text{当 } \xi_j = \frac{\rho}{c}. \end{cases} \quad (13)$$

## 竞争会降低企业收集消费者信息并增加隐私保护投资吗？

### 经济学

相关证明见《管理世界》网络发行版附录2。

由上述命题,可以画出企业*i*和*j*的最优反应函数图像,两条最优反应函数图像的交点即为均衡点(见图1)。

由引理2可知,若对手(企业*j*)信息收集水平低,处于用户友好型信息收集水平( $\xi_j < \rho/c$ )时,当其增加信息收集水平时,产品竞争力增强,吸引更多消费者到企业*j*处消费。结合引理1,企业*i*只有降低其信息收集强度来增加自身对消费者吸引力。此时,企业之间的信息收集行为是策略替代的。相反,若对手(企业*j*)信息收集水平高到伤害用户( $\xi_j > \rho/c$ ),此时进一步提高信息收集强度会带来更多的负外部性,导致用户流向企业*i*;企业*i*可以选择提高信息收集程度,获取更多收益。此时,企业之间的信息收集行为是策略互补的。很显然,在市场均衡处,企业的信息收集行为是策略互补的。

这一结论对现实中企业如何采取相应措施以回应竞争对手对信息收集政策的改变具有很强的指导意义。以搜索引擎为例,在国外市场中,“鸭鸭冲吧”主张严格保护使用者的使用记录,承诺不监控、不记录、不追踪使用者。虽然现在“鸭鸭冲吧”还未能对谷歌构成实质性威胁,但是我们预期作为对潜在竞争威胁的反应,谷歌在未来也很可能会强调对用户信息的保护。在智能手机市场,苹果手机近年来尤其强调对隐私信息的保护。作为苹果的主要竞争对手,国内主要智能手机品牌,如华为、OPPO等,也需要在未来战略规划时,在做产品设计时,考虑如何尽可能降低对个人信息的收集。

结合引理1和引理2可以得到对称均衡的存在性和唯一性。

引理3:假设*b*足够大且 $(\bar{a}_i + \frac{\partial \bar{a}_i}{\partial \xi_i})_{\xi_i = \xi_j = i} < 0$ 。模型存在唯一的对称均衡,在均衡时,企业均选择信息收集水平 $\xi^D \geq \rho/c$ ,其中 $\xi^D$ 由一阶条件(12)决定。

相关证明见《管理世界》网络发行版附录3。

基于均衡的存在和唯一性,我们进一步讨论均衡的性质。下述命题刻画了产品差异化程度*t*对均衡时企业信息收集强度的影响:

命题1a:均衡时,产品差异化程度增加对信息收集强度的影响是正的: $\partial \xi^D / \partial t > 0$ 。

相关证明见《管理世界》网络发行版附录4。

该命题的直觉如下:产品差异化变大意味着竞争变缓。因此,企业并不需要通过降低信息收集强度来抢夺用户。这将促使企业设置更高的信息收集强度以获取溢价收入。如果用产品差异化大小来度量竞争程度强弱,上述命题说明,在双寡头市场企业竞争强度越大,均衡时信息收集强度就越小。因此,竞争可以作为一种降低企业信息收集强度的有效机制。

上述结论在智能电动汽车领域能够得到验证。智能电动汽车磨平了动力系统上的差距,使得竞争主要围绕智能驾驶和客户服务展开,同质化竞争严重。为了更全面地了解消费者,智能汽车使用的传感器越来越多,收集的数据量越来越大。一辆智能网联汽车每天至少收集10TB的数据<sup>⑨</sup>。这些数据不仅包含驾乘人员的面部表情、动作、目光、声音数据,还包括车辆地理位置、车内及车外环境数据、车联网使用数据等。

### (二) 垄断市场结构

为进一步考察竞争机制对信息收集强度的影响,接下来将讨论扩展到垄断市场结构。在垄断结构下,企业1和企业2合谋,该市场变成一个垄断市场。保持其他所有假设与双寡头竞争模型时一样。在给定 $\xi_1$ 和 $\xi_2$ 后,企业1和企业2处的活动 $\bar{a}_1$ 和 $\bar{a}_2$ 仍然由方程(1)、(2)以及(3)联立决定。所不同的是,垄断条件下两家企业会共同决定 $\xi_1$ 和 $\xi_2$ 以最大化联合利润。因此,对 $\xi_1$ 和 $\xi_2$ 的一阶条件分别为:

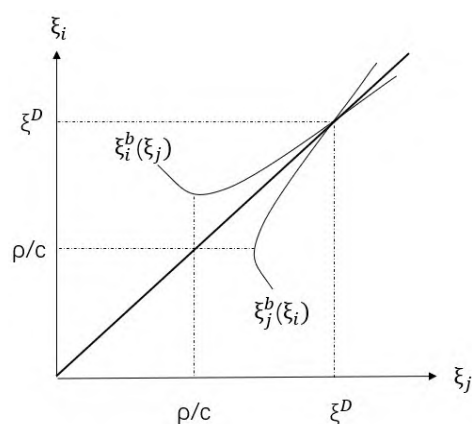


图1 企业*i*和企业*j*的最优反应函数



$$\Phi_1 \left( \frac{\partial \bar{a}_i}{\partial \xi_i} + \frac{\partial \bar{a}_j}{\partial \xi_i} \right) + \Phi_2 \left( \bar{a}_i + \xi_i \frac{\partial \bar{a}_i}{\partial \xi_i} + \xi_j \frac{\partial \bar{a}_j}{\partial \xi_i} \right) = 0, i = 1, 2 \quad (14)$$

上述两个一阶条件共同决定了垄断条件下企业的最优信息收集强度。考虑对称解,有 $\xi_1 = \xi_2 = \xi^c$ 。

为比较垄断市场框架和寡头竞争框架下的均衡信息收集强度的大小,即 $\xi^D$ 和 $\xi^c$ 的大小,将 $\xi_1 = \xi_2 = \xi^D$ 带入垄断模型的一阶条件,一阶方程的左边变为:

$$\Phi_1 \frac{\partial \bar{a}_j}{\partial \xi_i} + \Phi_2 \xi_j \frac{\partial \bar{a}_j}{\partial \xi_i} \quad (15)$$

在 $\xi_1 = \xi_2 = \xi^D$ 时,若 $\partial \bar{a}_j / \partial \xi_i > 0$ ,则上式严格大于0,因此,在 $\xi = \xi^D$ 处,垄断模型的边际利润是 $\xi$ 的增函数,故有 $\xi^D < \xi^c$ 。若 $\partial \bar{a}_j / \partial \xi_i < 0$ ,则上式严格小于0,因此有 $\xi^D > \xi^c$ 。下面命题说明 $\xi^D \leq \xi^c$ 恒成立。

命题 1b: 相比寡头竞争,垄断结构下企业会收集更多消费者数据: $\xi^D \leq \xi^c$ 。特别地,若 $\Phi_2 = 0$ ,则 $\xi^D = \xi^c$ ;若 $\Phi_2 > 0$ ,则 $\xi^D < \xi^c$ 。

相关证明见《管理世界》网络发行版附录5。

上述命题证明了企业在垄断市场结构下比寡头竞争结构下收集更多的数据。增加 $\xi_1$ 不仅会改变企业1的商业活动水平,还会改变企业2的商业活动水平。寡头竞争时企业1并不会考虑到其行为的外部性,而垄断结构会使得这种外部性造成的影响内部化。在寡头竞争达到其均衡的信息收集水平时,数据收集程度的进一步增加给消费者带来的损失大于收益,迫使更多消费者转移到企业2,从而给企业2带来正外部性。寡头竞争中,企业不会考虑其信息收集强度增加会对其他企业产生正外部性,故相对于垄断市场,信息收集水平更低。

命题 1b 的结论对于竞争政策的具体应用存在切实的政策含义。一个应用场景是考量企业合并的负面效果。传统竞争政策只探讨企业合并对价格的影响,命题 1b 说明两个数字企业合并,新企业收集的消费者数据量会高于两个旧企业之和,从而损害消费者的隐私权益。中国已有大量数字企业合并的案例,例如滴滴和优步、携程与“去哪儿”。实证角度可以利用数据研究合并企业是否加大了对个人隐私的收集。命题 1b 的另一个政策应用场景是企业合谋,数字企业之间的合谋不仅局限于价格,也可以共同收集更多的消费者数据。总体而言,命题 1b 揭示了竞争政策在用于数字企业时应当把个人信息保护纳入考量。

### (三) 企业隐私保护投资决策

前面的分析里,我们假定个人信息保护水平是外生的。事实上,企业可以通过增加投资以增强对消费者隐私数据的保护,降低数据泄露的风险。数据泄露的风险来自多个方面,大致分为技术故障、内部员工泄露或管理不严、恶意攻击。这要求企业对隐私数据的管理应覆盖所有的使用环节和应用场景,打造数据安全闭环管理体系。为实现隐私保护这一目标,数字企业首先应盘点所掌握的隐私数据,并按照数据价值、敏感程度等因素进行分类管理,同时围绕数据在企业内部生命周期的各阶段评估风险、确定风险消除措施。数字企业应当树立以数据保护为核心的安全管理目标,在组织架构层面设置高层级的数据安全部门,制定数据使用的制度规范,加强对内部数据流动的审查稽核,尤其是对隐私政策和相关规程,以及安全措施的有效性定期展开内部审计。

更好地实现隐私数据的保护不仅需要企业的“自律”和监管部门的“他律”,还需要通过技术创新以从根本上降低隐私泄露的风险。目前隐私泄密的一个重要途径是数据跨平台、跨设备传输。数据只有共享才能更为充分地发挥作用,但由于其具备复制性和传播性,共享和安全一直以来难以兼顾。隐私计算技术的发展提供了解决思路,例如华为构建了硬件隔离的安全系统 TEE (Trusted Execution Environment) OS,用户的指纹、人脸、锁屏密码等敏感数据都会通过加密被储存在本地设备上。

为简化分析,假设此时信息收集水平是外生的,不论是寡头竞争还是垄断,均为 $\xi_1 = \xi_2 = \xi$ 。企业可以投资个人信息保护技术 $I_i$ ,从而影响 $c: c = c(I_i)$ 。个人信息保护水平 $I$ 越大, $c$ 越小,即 $c'(I_i) < 0$ 。企业的收益为:

$$\Pi_i = \Phi(\bar{a}_i, \xi, \bar{a}_i) - I_i \quad (16)$$

注意到消费者效用是隐私保护投资的单调函数,这种单调性会极大简化本章节的分析。与上文信息收集

## 竞争会降低企业收集消费者信息并增加隐私保护投资吗？

### 经济学

均衡状态的推导类似，给定两家数字企业的数据保护投资 $(I_1, I_2)$ ，均衡时 $\bar{a}_1, \bar{a}_2$ ，和 $\hat{x}$ 分别由下述3式决定：

临界消费者位置：

$$\hat{x} = \frac{1}{2} - \frac{\xi^2}{4t}(c(I_1) - c(I_2)) \quad (17)$$

企业1的总商业活动为：

$$\bar{a}_1 = \int_0^{\hat{x}} a_{x1} dx = \int_0^{\hat{x}} b - tx + \left( \rho\xi - \frac{c(I_1)}{2} \xi^2 \right) dx \quad (18)$$

企业2的总商业活动为：

$$\bar{a}_2 = \int_{\hat{x}}^1 b - t(1-x) + \left( \rho\xi - \frac{c(I_2)}{2} \xi^2 \right) dx \quad (19)$$

引理4： $\forall I_i, I_j$ ，均有 $\partial \hat{x} / \partial I_i > 0$ ， $\partial \bar{a}_i / \partial I_i > 0$ ， $\partial \bar{a}_i / \partial I_j < 0$ ， $\partial^2 \bar{a}_i / \partial I_i \partial I_j > 0$ 。

相关证明见《管理世界》网络发行版附录6。

引理4的经济学含义很清晰：当企业增加个人信息保护投资时，会吸引更多消费者，自身总商业活动数量会增加，同时会降低竞争对手的总商业活动数量，并且会增加竞争对手个人信息保护投资的边际收益。

由引理2可知，两家企业数据收集行为的策略互补和替代存在非单调的关系，主要原因是因为消费者效用是信息收集的非单调函数。在本节中，我们假设消费者效用是数据保护的单调函数，因此企业的数据保护行为之间的关系相对简单。注意到， $I_1$ 和 $I_2$ 由企业最优化问题的一阶条件决定：

$$0 = \Phi_1 \frac{\partial \bar{a}_i}{\partial I_i} + \Phi_2 \frac{\partial \xi_i \bar{a}_i}{\partial I_i} - 1 \quad (20)$$

由上式可以解出企业 $i$ 对企业 $j$ 的最优反应函数： $I_i = I_i^j(I_j)$ 。下面命题说明企业的数据保护投资行为存在互补性。

引理5：企业之间的个人信息保护投资是策略互补的： $\frac{\partial I_i^j(I_j)}{\partial I_j} > 0$ 。

相关证明见《管理世界》网络发行版附录7。

与信息收集政策复杂的博弈关系不同，企业之间隐私保护投资的策略互补性是明确的：当竞争对手增加个人信息保护投资时，企业的最优策略是同样增加投资。现实中，我国几家互联网巨头近年来不约而同增加对数据安全公司的投资。腾讯2019年投资物联网安全服务商“智普信”，2020年投资数据安全厂商炼石网络。阿里云2020年全资收购网络安全服务商长亭科技。此外，国内大型科技公司普遍注重培养专业化的数据安全团队，阿里巴巴、百度等科技公司均组建团队参加iDASH国际安全计算竞赛，2020年腾讯云团队成为首次在可信计算(SGX)赛道上夺冠的中国企业届团队。

在对称均衡上， $I_1 = I_2 = I^0$ 由一阶条件式(20)决定。与信息收集的情况类似，同引理3，在满足一定的条件下，一阶条件式(20)存在唯一均衡解。由于本文重点不在于讨论均衡解是唯一存在，因此暂且忽略这部分的讨论，着重刻画均衡解的性质。

命题2a：当产品差异化程度变大时，隐私保护投资的均衡值会变小，即 $\partial I^0 / \partial t < 0$ 。

相关证明见《管理世界》网络发行版附录8。

当产品差异化变大，企业之间竞争变缓，投资隐私信息保护能够吸引的顾客变少，因此企业投资个人信息保护的意愿变小，隐私保护的均衡水平降低。该命题说明竞争加剧可以增加市场上的隐私保护投资水平。

下面考察垄断框架下数据保护投资均衡状态的情况。对于垄断模型，两企业共同选择 $I_i$ 以最大化联合利润。一阶条件为：

$$\Phi_1 \left( \frac{\partial \bar{a}_i}{\partial I_i} + \frac{\partial \bar{a}_j}{\partial I_i} \right) + \Phi_2 \left( \xi_i \frac{\partial \bar{a}_i}{\partial I_i} + \xi_j \frac{\partial \bar{a}_j}{\partial I_i} \right) - 1 = 0 \quad (21)$$

同样地考虑对称解,记此时最优的个人信息保护投资为 $I_1=I_2=I^c$ 。

命题2b:寡头竞争条件下比垄断时对数据保护的投入更多: $I^p>I^c$ 。

证明:我们只需要证明 $\partial \bar{a}/\partial I_i < 0$ ,而这已经由引理4证明过,证毕。

企业对个人信息保护投资增加,会吸引更多消费者,增加自身商业活动,同时会降低竞争对手的商业活动。因此,个人信息保护投资会给其他企业带来负外部性。寡头竞争时,企业决策不会考虑负外部性;而垄断结构决策时,会内生个人信息保护投资在两个企业之间的负外部性。因此,寡头竞争比垄断会带来更高的隐私保护投资。和命题1b一样,命题2b也有类似的对竞争政策的启示,在讨论合并和企业合谋的影响时,企业的隐私保护投资也是重要考量因素,关于中国的数字企业合并后是否降低了隐私保护投资的实证检验将是未来的研究方向。

#### (四)福利分析

作为福利分析的比较基准,首先应刻画社会最优的信息收集水平。为此,我们定义社会福利函数等于消费者效用和行业总利润的加权平均: $W=\alpha CS+(1-\alpha)\Pi$ 。其中消费者剩余 $CS=\sum_{i=1}^2 \int_{x \in A_i} U_i^i(a_i, \bar{a}_i) dx$ ,行业利润 $\Pi=\sum_{i=1}^2 \Pi_i$ , $\alpha \in [0, 1]$ 是消费者剩余在社会总福利中所占的权重。当 $\alpha=1$ 时,社会计划者尤其重视社会公平,将全部的注意力都放在了消费者的福利上;当 $\alpha=0$ 时,社会计划者更在意某一新兴行业的快速发展,故将所有权重都放在了该行业的利润上。

假设以最大化社会总福利为目标的社会计划者选择信息收集强度 $\xi_1$ 和 $\xi_2$ ,且 $\xi_1=\xi_2=\xi$ 。一旦社会计划者选定 $\xi$ ,消费者会相应地做出消费选择,位于 $[0, 1/2]$ 的消费者在企业1处消费,而位于 $[1/2, 1]$ 处的消费者在企业2处消费,消费量分别由表达式(10)和(11)决定,社会计划者的最优化问题为 $\max_{\xi} W$ ,上述最优化问题的解即为社会最优的信息收集水平,记为 $\xi^*$ 。很显然, $\xi^*$ 是参数 $\alpha$ 的一个函数。

引理6: $\xi^*$ 是 $\alpha$ 的单调减函数,且当 $\alpha=1$ 时, $\xi^*=\rho/c$ ,当 $\alpha=0$ 时,此时 $\xi^*=\xi^c$ 。

相关证明见《管理世界》网络发行版附录9。

上述引理说明,社会最优信息收集水平取决于社会福利函数中消费者剩余的权重。消费者剩余的权重越大,社会最优的信息收集水平就越低。这个结论很直观:信息收集会给企业带来额外的好处,因此,社会福利函数越看重行业利润,就应该允许厂商收集更多的个人信息。当社会福利只看重消费者剩余时,社会最优水平等于消费者最优水平,而当社会福利只看重行业利润时,社会最优水平等于垄断水平。

接下来,我们将不同市场结构下的均衡信息收集水平与社会最优进行对比。

引理7: $\xi^c \geq \xi^*$ ,且存在 $\bar{\alpha} \in (0, 1)$ ,使得:当 $\alpha < \bar{\alpha}$ 时,有 $\xi^p < \xi^*$ ,而 $\alpha > \bar{\alpha}$ 时,有 $\xi^p > \xi^*$ 。

相关证明见《管理世界》网络发行版附录9。

上述引理说明,垄断的信息收集水平总超过社会最优,而寡头竞争的信息收集水平有可能超过也有可能低于社会最优,取决于社会福利函数中消费者剩余与行业利润各自的权重。如果社会福利函数中消费者剩余的权重很低,则寡头竞争的信息收集水平低于社会最优水平,反之,寡头竞争的信息收集水平高于社会最优。

因为垄断与寡头竞争都会导致信息收集水平不同于社会最优,因此都会带来扭曲。如果 $\alpha > \bar{\alpha}$ ,则垄断与寡头竞争的扭曲方向相同,都会过度收集信息,此时,因为寡头竞争的信息收集水平更低,所以扭曲程度更低,社会总福利更大。若 $\alpha < \bar{\alpha}$ ,寡头垄断与寡头竞争的扭曲方向相反,寡头垄断会过度收集信息,而寡头竞争会导致信息收集不足。寡头竞争不一定必然带来更高的社会总福利。特别地,如果社会福利函数中行业利润权重足够高,则寡头竞争带来的扭曲会超过寡头垄断带来的扭曲,从而导致更低的社会总福利。下列命题完整刻画了两种市场结构的社会总福利对比:

命题3:相比垄断市场,寡头竞争会增加每个消费者的效用,降低行业利润。存在权重 $\hat{\alpha} \in (0, \bar{\alpha})$ ,若 $\alpha > \hat{\alpha}$ ,则寡头竞争社会总福利大;若 $\alpha < \hat{\alpha}$ ,则垄断市场结构下社会总福利大。

该命题的证明由下面的逻辑分析可得。垄断市场结构的利润必然高于寡头竞争的行业利润。讨论消费者效用时,首先分析信息收集的具体情况。不论是寡头竞争还是垄断,其信息均衡收集水平都高于给消费者



## 竞争会降低企业收集消费者信息并增加隐私保护投资吗？

### 经济学

带来最高效用的信息收集水平  $\rho/c$ 。故信息收集水平越高,消费者效用越小。由命题 1b 可知,寡头竞争信息收集总体水平低于垄断,因此消费者效用更高。此外,由前面的分析知,  $\alpha > \tilde{\alpha}$  时,寡头竞争时的社会总福利总是大于垄断,故一定有  $\hat{\alpha} < \tilde{\alpha}$ 。

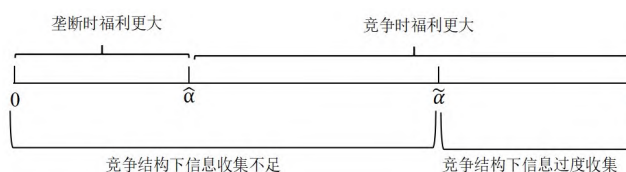


图2 不同市场结构下的信息收集扭曲和社会总福利

综合前面的分析,不同市场结构下的信息收集扭曲和社会总福利如图2所示。

隐私保护情形的分析与信息收集情形类似。由于社会总福利是消费者剩余和行业利润的加权平均,其大小取决于权重  $\alpha$  的大小。 $\alpha$  很大时,消费者剩余占主导,故寡头竞争下社会总福利高; $\alpha$  很小时,行业利润占主导,垄断市场结构的社会总福利更高。

#### (五)稳健性检验:网络外部性

本文研究的主要对象是数字行业,该行业中一个不可忽视的特征是网络外部性普遍存在。下面将证明,本文的结论在考虑了正网络外部性之后仍然成立,即本文主要结论对于  $\beta > 0$  的情形仍然成立。和文献中存在网络外部性的模型保持一致,我们假设  $\beta < 1$  以保证解具有合意的性质。

命题4:即使存在网络外部性 ( $\beta > 0$ ),垄断市场结构比寡头竞争仍然具有更高的信息收集水平,更低的隐私保护投资。

相关证明见《管理世界》网络发行版附录10。

上述命题说明了本文核心结论的稳健性。需要注意的是,我们仍然假设消费者在企业  $i$  处进行活动时,其效用只取决于企业  $i$  的商业活动总量,而不取决于企业  $i$  和企业  $j$  的商业活动总量之和,即垄断市场结构带来的更大网络规模并不给消费者带来更大效用。换言之,不存在跨产品的网络外部性。该假设是为了保证不同市场结构下的可比性。现实生活中,以智能手机为例,市场上有两大操作系统安卓系统和苹果IOS系统。使用每个系统的人越多,就越能发现该系统的不足并加以改进,从而变得更完善,因此每个系统的用户都享受到本系统用户群的网络外部性。如果安卓和苹果系统合并,归属同一家公司。由于两个系统的底层架构不一样,一种系统用户的增多,并不能帮助另一种系统加以改进。因此,跨操作系统之间并不存在网络外部性。另一个例子是即时通讯软件,QQ和微信尽管同属于一家公司,但是这两个软件之间的用户不能直接沟通交流,QQ用户并不会因为微信用户基数的增大而受益,因此两个产品之间并不存在跨产品的网络外部性。

然而,在某些情形下,跨产品之间的网络外部性是可能存在的,比如网约车APP。在过去,滴滴和Uber分属不同的公司,因此互相不能享受对方的网络外部性。两家公司合并后APP之间数据打通,滴滴和Uber用户都可以享受到对方产品用户数的网络外部性。此时,假设消费者的效用变为:

$$U_x^1 = a_x(b - tx) - \frac{1}{2}a_x^2 + \beta(\bar{a}_1 + \bar{a}_2) + a_x\left(\rho\xi_1 - \frac{c}{2}\xi_1^2\right) \quad (22)$$

$$U_x^2 = a_x(b - t(1-x)) - \frac{1}{2}a_x^2 + \beta(\bar{a}_1 + \bar{a}_2) + a_x\left(\rho\xi_2 - \frac{c}{2}\xi_2^2\right) \quad (23)$$

我们证明,不论是否存在跨产品网络外部性,寡头垄断厂商的最优信息收集强度是一样的(见《管理世界》网络发行版附录10)。命题4的结论在存在跨产品网络外部性的情形下仍然成立。当然,如果存在跨产品的网络外部性,垄断会带来天然的好处:合并以后,更大的网络会带来更大消费者效用,也会带来更大的社会总福利。因此,从消费者剩余或者社会总福利视角来看,相比没有跨产品网络外部性的情形,更应该鼓励企业合并。

## 四、模型拓展:实际信息政策不可观测

前一章的分析基于一个假设,即消费者能够清楚观测到企业的信息收集政策与隐私保护的力度。在现实中,许多企业的信息收集与个人信息保护政策不透明、不公平,制定的条款晦涩难懂,含糊不清,且过度保有解

释权,导致消费者有可能并不能够准确观测到企业的真实的信息收集水平和隐私保护投资水平。信息不对称会导致企业的道德风险:为了吸引顾客,企业可能会宣称执行顾客友好的信息收集与隐私保护政策,而实际政策可能偏离其宣称的水平。事实上,有证据表明部分企业并未遵循其在个人信息保护方面的承诺(博特罗、斯帕格诺洛,2013;阿奎斯蒂等,2016)。本章将分别研究实际信息收集强度不可观测和实际隐私保护投资水平不可观测的情形,着重讨论政府之手和市场之手在保护消费者隐私方面的协调作用。

### (一)信息收集强度不可观测

假设厂商宣称的信息收集强度为 $\bar{\xi}$ ,实际的信息收集强度为 $\xi$ 。消费者无法获知厂商的实际信息收集强度 $\xi$ 。他们具有有限理性,简单地相信厂商的宣传,并基于此做决策。若消费者 $x$ 在企业1处选择商业活动数量 $a_x$ ,则其效用为:

$$U_x^1 = a_x(b - tx) - \frac{1}{2}a_x^2 + \beta\bar{a}_1 + a_x\left(\rho\bar{\xi}_1 - \frac{c}{2}\bar{\xi}_1^2\right) \quad (24)$$

若其在企业2处选择商业活动数量 $a_x$ ,则其效用为:

$$U_x^2 = a_x(b - t(1-x)) - \frac{1}{2}a_x^2 + \beta\bar{a}_2 + a_x\left(\rho\bar{\xi}_2 - \frac{c}{2}\bar{\xi}_2^2\right) \quad (25)$$

厂商的实际信息收集强度 $\xi$ 可以偏离其宣称的政策 $\bar{\xi}$ ,但是这样做可能会被政府监管发现,从而受到处罚。假设厂商造假被发现的概率为 $k(\xi - \bar{\xi})$ ,被发现之后受到的处罚为 $F(\xi - \bar{\xi})$ 。因此,厂商受到的期望处罚为 $Fk(\xi - \bar{\xi})^2$ 。参数 $Fk$ 代表了监管力度,值越大代表监管越严。厂商偏离的越多,被发现的概率越大,受到的处罚也越大。其利润为:

$$\Pi_i = \Phi(\bar{a}_i, \xi_i, \bar{a}_i) - \frac{Fk}{2}(\xi_i - \bar{\xi}_i)^2 \quad (26)$$

博弈时序如下:厂商同时宣布自己将执行的信息收集强度 $\bar{\xi}_1, \bar{\xi}_2$ ,并确定实际的信息收集强度 $\xi_1, \xi_2$ 。消费者只能了解宣称的收集强度 $\bar{\xi}_1, \bar{\xi}_2$ 并基于此进行商业活动决策。政府对厂商是否遵守自己宣布的信息收集政策进行监管,如发现厂商违反承诺,则根据偏离程度给予处罚。

受篇幅限制,逆向归纳法的详细求解过程见《管理世界》网络发行版附录。通过对均衡的比较分析,我们发现实际信息收集强度必然高于宣称的信息收集强度(见引理8和引理9)。下面两个定理分别总结了政府监管和市场竞争对信息收集强度的影响。

命题5:监管越严格,厂商宣称的实际收集强度越高,实际信息收集强度越低。

证明:均衡时监管强度 $k$ 对实际信息收集强度 $\xi_i$ 和宣称的政策 $\bar{\xi}_i$ 的影响: $\partial\xi/\partial k < 0, \partial\bar{\xi}/\partial k > 0$ 。相关证明见《管理世界》网络发行版附录11和附录12。

政府监管越严格,企业为了规避和降低预期的罚款数额,会尽可能缩小实际信息收集强度和宣称强度之间的差额,表现在公开宣称一个更高的、更贴近于真实水平的收集强度,并且降低实际执行的信息收集力度。因此更严格的监管有助于保护消费者的隐私。这一结论再次支持了通过加强监管解决隐私问题的合理性。同时,我们也应该注意到,政府监管是有成本和行政效率制约的,不可能无限制的提高。

命题6:(1)竞争会降低企业宣称的信息收集水平。在寡头竞争市场,产品差异化越小,竞争越激烈,宣称的信息收集强度越低;寡头竞争市场的均衡收集强度低于垄断市场。

(2)竞争如何影响实际的信息收集水平取决于监管强度:当监管强度很高时,竞争会降低实际的信息收集水平,此时寡头竞争市场的收集强度高于垄断市场;当监管强度很低时,竞争会增加实际的信息收集水平,寡头竞争市场的收集强度低于垄断市场。

证明:产品差异化程度越低,竞争越激烈。产品差异化 $t$ 对实际信息收集强度 $\xi_i$ 和宣称的政策 $\bar{\xi}_i$ 的影响:当 $b$ 足够大时,宣传的信息收集强度, $\partial\bar{\xi}/\partial t > 0$ ;对于实际收集强度,当 $Fk$ 足够小时, $\partial\xi/\partial t < 0$ ;当 $Fk$ 足够大时, $\partial\xi/\partial t > 0$ 。垄断市场模型条件下,宣称的信息收集强度 $\bar{\xi}^c > \bar{\xi}^d$ ;实际信息收集强度,当 $Fk$ 足够小时, $\xi^c < \xi^d$ ;当 $Fk$ 足够大时, $\xi^c > \xi^d$ 。详细证明过程见《管理世界》网络发行版附录13。

命题6说明在信息不可观测的情况下,市场机制依然能够起到降低企业信息收集强度、保护消费者隐私的效果。有两点值得注意:(1)信息不可观测条件下竞争机制发挥效力要求更高的外部条件,只有政府监管强度达到一定水平时,竞争才能够切实降低企业实际执行的信息收集强度。(2)宣称的信息收集强度和实际执行的信息收集强度在同一干预下可能表现出不同方向的变化趋势,取决于所处市场的政府监管水平。这一发现为相关实证研究提供了借鉴思路,简单的以企业公开文本中的信息政策强度表征实际强度,可能会出现偏差。

#### (二)隐私保护投资水平不可观测

与本部分(一)类似,假设企业宣称的隐私保护投资水平为 $\bar{I}$ ,实际的投资水平 $I$ ,消费者基于前者决策;厂商虚假宣传被发现的概率为 $k(I-\bar{I})$ ,被发现之后受到的处罚为 $F(I-\bar{I})$ 。因此,厂商受到的期望处罚为 $Fk((I-\bar{I}))^2$ 。参数 $Fk$ 代表了监管力度,值越大代表监管越严。

受篇幅限制,我们将具体的模型构建与推导放在《管理世界》网络发行版附录中。注意到这里消费者效用是个人信息保护投资水平的单调函数,该单调性极大简化了本章节的分析。其主要结论归纳如下:

命题7:给定政府监管力度,均衡时企业对隐私保护投资的实际值始终低于宣称值。监管力度越大,实际值越靠近宣传值。产品差异化程度变大,均衡时隐私保护投资的宣称值和实际值都会变小。

当产品差异化变大,企业之间竞争变缓,加强隐私保护宣传力度能够吸引的边际客流量变少。而高投资意味着高成本,显然此时企业会降低对隐私保护的投入。实际投资水平必然不会超过其宣称的水平,同样也会伴随着竞争变缓而降低。若竞争加剧,结论则相反。该命题进一步强化了基准模型中的结论,说明竞争加剧可以增加市场上的隐私保护投资水平。

对于垄断模型,两企业共同选择 $I_i, \bar{I}_i$ 以最大化联合利润。我们也可以得到与基准模型类似的结论:

命题8:无论是宣称值还是实际值,寡头竞争市场对数据保护的投入都高于垄断市场。

由于个人信息保护投资会给其他企业带来负外部性。寡头竞争时,企业决策不会考虑负外部性;而垄断结构决策时,会内生个人信息保护投资在两个企业之间的负外部性。因此,寡头竞争比垄断会带来更高的隐私保护投资。

比较本部分的结论,我们可以发现产品差异化(竞争程度)对于企业的信息收集水平和隐私保护投资水平的影响是不一样的,尤其体现在影响二者实际值的变动趋势上。无论监管力度是宽松还是严格,竞争加剧都会促进隐私保护实际投资水平提高;只有当监管力度处在严格的状态下,竞争才会降低信息收集的实际值,解决隐私数据过度收集的问题。导致两者之间差异的原因如下:对企业而言,偏离宣称值既会带来成本也会带来收益。不论是信息收集还是隐私保护投资,成本皆来源于因虚假宣传而受到监管的惩罚。惩罚机制的存在促使企业缩小宣称值与实际值之间的差距,以降低预期的罚款金额。竞争会影响企业宣称的水平,因此也会影响实际水平。给定收益,仅从成本的角度考虑,竞争对实际值和对宣称值的影响同方向。但是,实际值还取决于偏离带来的收益,而在这点上,信息收集和隐私保护投资截然不同。在隐私保护投资方面,偏离意味着少投资,能够节省投资成本,该成本与市场的竞争程度无关;而对信息收集而言,偏离意味着多收集信息,能够获得数据收益,该收益取决于消费者商业活动数量的大小。竞争会让企业宣传对消费者更友好的信息政策,增大消费者商业活动量,从而激励企业增加信息收集强度。总体而言,在隐私保护投资上,竞争只影响偏离的成本,因此对实际值和宣称值的影响方向一致;而在信息收集上,竞争既影响偏离的成本,又影响偏离的收益,成本侧竞争会降低信息收集强度,而收益侧竞争会增加信息收集强度,因此竞争对实际值最终的影响依赖于政府监管强度,取决于成本和收益哪一侧占优。

上述系列命题强调了“政府之手”和“市场之手”的协调作用:在厂商存在道德风险时,“市场之手”有可能失灵,此时,必须发挥“政府之手”的作用。当竞争激化时,为获取更多的竞争优势,厂商往往会争相宣传一个对消费者更友好的信息收集和隐私保护投资政策。如果政府监管不到位,厂商实际上会偷偷地收集更多的消费者信息;只有政府监管到位了,竞争才会迫使厂商降低实际信息收集强度,更好地保护消费者隐私。



## 五、讨论与结语

随着数字经济的发展,数据逐渐成为企业的生产要素。但是伴随而来的信息过度收集和隐私泄露屡见不鲜,如何解决这一问题成为数字经济时代的重大议题。传统的做法多是通过法律手段对企业的数据收集行为进行限制,主要体现在事前给定标准,事后方便追责。数字经济时代对法律手段如何有效保护消费者个人信息提出了新的挑战。基于个人数据在数字经济时代的特殊价值,法律手段具体采取的方式包括:出台相关法律,精准界定数据财产权,平衡数据主体、处理者和社会的三方利益关系,引导形成数据利用和保护的激励机制(申卫星,2020)。例如,《个人信息保护法》已经在2021年公布施行,为企业制定个人信息条款提供针对性指引。此外,为便利消费者举证,积极利用技术手段对法院体系进行改造与完善,例如开设互联网法院,改造优化电子诉讼平台。同时加大惩罚力度,例如对个人信息窃取的行为人使用刑事手段。

除行政规制以外,经济手段也被认为可以控制信息的过度收集。范梅塞尔等(2022)认为,可以通过制定数据最低保护标准,以及对数据泄露罚款和对收集数据课税达到社会最优。但是前者需要诉讼程序来确定罚款数额且缺乏激励效应,后者可能面临漫长的立法过程与执行中的官僚主义。

前述提到的手段都是基于“政府之手”,依赖于政府能够有效地执行相关政策,此外还将面临不菲的政策执行成本与技术困难。本文则证明,充分利用“市场之手”,能够有效解决企业过度收集信息和个人信息保护投资不足这一问题,从而为消费者隐私保护问题提供了一条全新的解决思路。

在产品的不同发展阶段,相同水平的信息收集强度会给消费者带来不同的收益。在新兴产品发展的初期,为了让消费者获得更好的体验,需要用高强度的信息收集来优化算法;而当产品或服务趋近成熟时,过多的信息收集会降低消费者的效用。与此同时,政府监管力度对市场结构也会产生动态影响,更强的监管有助于市场结构向寡头竞争转变,而较弱的监管更有利于垄断市场的形成。因此,充分发挥市场机制保护消费者隐私必须要和政府监管形成有效联动。由于道德风险的存在,企业可能偏离其隐私保护的承诺,在监管力度不足的情况下,企业可能只会在公开承诺上展开竞争,实际上执行严格的收集政策。因此,市场之手和政府之手应当紧密配合,形成互补关系。本文的结论进一步表明,首先应该使用政府规制政策促使企业在保护个人信息的赛道上展开竞争,保证消费者理性重视信息收集与个人信息保护,督促企业的信息政策条款透明化、简单化和标准化,易于消费者理解。在此前提下,充分激发企业之间的竞争,能够很大程度上解决消费者的隐私保护问题。从这点上来看,本文在2021年出台的两份重要文件《个人信息保护法》和《关于平台经济领域的反垄断指南》之间建立了一种逻辑上的内在联系,认为这两者之间可以实现良性互补,共同解决个人信息保护的问题。

本文严格区分了企业宣称的信息政策与实际的信息政策,探讨了在不同监管强度下竞争对二者的影响,为经验研究提供了一个更加严谨的分析思路。以信息收集强度为例,根据模型的预测,竞争激化对宣称水平和实际水平的实际影响方向不总是一致。倘若不加以区分,以企业宣称的收集强度度量实际的收集强度,可能会出现“市场竞争提高了信息收集强度从而否定市场机制”的错误观点。

本文的核心结论依赖于消费者会依据企业的信息收集和隐私保护政策来做选择,用脚投票,从而通过竞争机制迫使企业制定对消费者更友好的信息收集政策,加强隐私保护。然而在现实中,隐私悖论的存在(诺伯格等,2007;阿西等,2017)可能会削弱本文结论。所谓隐私悖论,指的是消费者隐私态度与隐私行为之间的一致性:消费者一方面宣称自己在乎隐私,而另一方面,在实际做决策时,却往往愿意为了便利或者一点点金钱而放弃隐私、让渡个人信息。我们认为,本文的研究内容在隐私悖论存在的背景下仍然有价值。首先,大多数隐私悖论产生的原因,是因为用户未能对信息被过度收集产生的后果缺乏正确的认知,因此通过相应的教育可以提高用户理性决策的可能。这里面的教育,既包括政府宣传,也包括舆论和媒体对信息泄露事件的报道,引导消费者重视个人隐私。可喜的是,我们也看到了消费者越来越重视隐私数据的证据。中国网络空间安全协会近三年来受理的个人信息保护投诉举报事件逐年攀升,从2019年3000条到2021年超过20000条<sup>①</sup>,

## 竞争会降低企业收集消费者信息并增加隐私保护投资吗？

### 经济学

根据市场研究和咨询机构J.D. Power(君迪)出具的《2022中国消费者智能网联汽车数据安全和个人隐私意识与顾虑联合调查》<sup>①</sup>显示,超过九成(94.6%)受访消费者会有倾向性地选择注重数据安全和保护个人敏感信息的汽车品牌。因此,我们相信,在未来随着数字经济的发展,个人信息收集量和隐私保护也会像食品安全和食品质量一样,作为产品自身属性的一个重要指标,逐渐成为许多用户选择产品和服务时的重要考量因素。其次,诚如我们在引言中提到的,不少一线打拼的企业,比如“鸭鸭冲吧”和苹果公司,都已经认识到信息收集与隐私保护可以作为建立竞争优势的重要手段。这些案例让我们相信,“市场之手”在解决个人信息过度收集和隐私保护不足问题时能够而且必将有所作为。

除了政府和市场,前沿信息技术也可以为隐私保护提供部分的解决方案,其中一种就是区块链技术。该技术通过让用户创建一个独立的身份来保留对个人信息的控制权。其非对称加密和去中心化的特点为用户的隐私信息提供了加密保护,只有拥有私钥的授权才能解密隐私数据,从而大幅降低了信息泄露的风险。钱文君等(2022)认为结合安全多方计算和区块链技术构建去中心化场景下多参与方之间的信任关系,可以解决多个环节的隐私泄露问题。但是,任何一种隐私保护技术都存在局限性,且复杂的技术会面临成本和计算性能的限制。

个人信息保护是一个综合性系统工程,需要社会各方力量共同参与。收集数据的企业是保护消费者个人隐私的第一责任人。数据企业应严格坚守“告知—同意”规则,制定符合法律要求的用户隐私协议。提高责任意识,充分发挥平台内救济与申诉机制的作用,接受消费者或消费者组织的监督。重视数据库安全,主动修复安全漏洞,不将算法作为自身不作为的“挡箭牌”。在立法层面,制定相应的规章或规范性文件,完善法律保护体系。在司法层面,公布侵犯消费者隐私的经典案例。面对和信息技术的迅速迭代,通过发布案例,一方面对侵权行为的界定、刑事处罚标准的确定提供指导,另一方面提醒人民群众提高自我保护意识和安全防范意识,避免造成人身、财产损失。在执法层面,注重追溯个人信息泄露的渠道,加强监管。此外,媒体应当在保护个人隐私信息方面发挥更加积极的舆论监督作用。

本文还可以从以下几方面进行拓展。首先,本文没有考虑企业对消费者服务收费,而是简单假设消费者可以免费使用企业服务。在某些应用场景这是合理的。比如,在搜索服务场景时,消费者可以免费使用搜索服务,但是消费者的每一次点击都给搜索引擎直接带来收益,此外,消费者搜索中生产的数据也给搜索引擎带来巨大收益。在电商场景下,消费者可以免费使用购物服务,但是消费者在购物中每点击一次广告和每购买一个产品均给电商平台带来收益,此外消费者购物活动生产的数据也可以给电商平台带来巨大收益。但是,在另外一些场景下,消费者使用服务并不免费,此时考虑企业内生决定其服务价格将会更合理。其次,本文只考虑了两个企业的市场结构。更一般地,本文还可以拓展到多个企业,并使用企业数目来度量竞争程度。当然,这需要改变霍特林(Hotelling)的基本设定,采用诸如萨洛普(Salop)圆的设定以在模型中包含更多企业。最后,本文中产品差异化是外生给定的,在未来研究中可以讨论若企业可以利用收集到的消费者信息进行产品差异化,竞争程度更强的市场结构是否会让企业有更强的激励收集信息以最大程度上差异化产品,缓解竞争压力<sup>②</sup>。

(作者单位:李三希,中国人民大学经济学院、中国人民大学数字经济研究中心、中国人民大学国有经济研究院、中国人民大学企业与组织研究中心;张仲元,中国人民大学经济学院、中国人民大学数字经济研究中心;焦倩,中山大学岭南学院)

#### 注释

①《中国个人信息安全和个人信息保护报告》, [https://www.sohu.com/a/128010313\\_481893](https://www.sohu.com/a/128010313_481893)。

②New DuckDuckGo Research Shows People Taking Action on Privacy, <https://spreadprivacy.com/people-taking-action-on-privacy/>。

③<https://web.archive.org/web/20220725042057/https://duckduckgo.com/traffic>。

④<https://www.cnbc.com/2021/06/07/apple-is-turning-privacy-into-a-business-advantage.html>。

⑤《Beyond GDPR: Data Residency Insights from Around the World》, <chrome-extension://cdonnmffkdaoajfknoeeecmchibpmkmg/assets/pdf/web/viewer.html?file=https%3A%2F%2Forigin-www.mcafee.com%2Fenterprise%2Fen-us%2Fassets%2Fexecutive-summaries%2Fen-beyond-gdpr-private-healthcare.pdf>。

⑥《Automakers, Tech Companies Mining Electric Car Big Data To Plot Industry's Future》, <https://www.forbes.com/sites/toddwoody/2012/06/18/automakers-tech-companies-mining-electric-car-big-data-to-plot-industrys-future/?sh=70550d7152e8>.

⑦IBM case study, "Premier Healthcare Alliance.", <https://www.ibmbigdatahub.com/pdf/premier-healthcare-alliance>.

⑧为了简化分析,本文采用一次函数和二次函数来分别刻画信息收集带来的正面和负面收益。其核心假设是“消费者效用是信息收集水平的先增后降凹函数”这一性质,从而保证存在一个对消费者最优的信息收集水平,以及最优化问题求解时满足二阶条件。

⑨尽管该假设在现实中存在一定的局限性。但是,只要消费者能够部分看到和理解信息收集政策,本文的核心机制仍然成立。我们将在第五章讨论与结语中详细讨论这一假设的现实意义与政策含义。

⑩黄鹏,2021 中国汽车论坛智能网联汽车产业发展与安全分论坛, <http://www.chinaautoforum.cn/2021/index.php/Index/show/catid/69/id/382.html>。

⑪《App 违法违规收集使用个人信息监测分析报告》, <chrome-extension://cdonnmffkdaojfknoeemcmchibpmkmg/assets/pdf/web/viewer.html?file=https%3A%2F%2Fwww.cert.org.cn%2Fpublish%2Fmain%2Fupload%2Ffile%2FAPP%2520abusing%2520report.pdf>。

⑫ [chrome-extension://cdonnmffkdaojfknoeemcmchibpmkmg/assets/pdf/web/viewer.html?file=https%3A%2F%2Fmarket.digital-jdp.com%2FConnected\\_Vehicle\\_Personal\\_Data\\_Security\\_Survey\\_by\\_JDPower\\_and\\_Global\\_Times.pdf](chrome-extension://cdonnmffkdaojfknoeemcmchibpmkmg/assets/pdf/web/viewer.html?file=https%3A%2F%2Fmarket.digital-jdp.com%2FConnected_Vehicle_Personal_Data_Security_Survey_by_JDPower_and_Global_Times.pdf)。

⑬中外文人名(机构名)对照:詹森(Janssen);陈(Chen);张(Zhang);科斯塔-卡布拉尔(Costa-Cabral);林斯基(Lynskey);耶尔(Iyer);卜拉欣(Brahim);埃斯特韦斯(Esteves);雷森迪(Resende);哈久(Hagiu);怀特(Wright);维拉斯-博阿斯(Villas-Boas);范德布格(Fudenberg);梯若尔(Tirole);阿奎斯蒂(Aquisti);范里安(Varian);科尔尼埃(Cornière);泰勒(Taylor);威尔森(Wilson);布朗斯坦(Brownstein);阿里(Ali);阿西莫格鲁(Acemoglu);波斯纳(Posner);纽曼(Newman);斯图克(Stucke);格伦斯(Grunes);卡夫(Cave);坎贝尔(Campbell);范梅塞尔(Fainmesser);崔(Choi);本胡梅亚(Benjumea);博特罗(Botero);斯帕格诺洛(Spagnolo);诺伯格(Norberg);阿西(Athey)。

#### 参考文献

(1)白让让:《平台产业反垄断规制的执法范式、困境和新趋势——基于“谷歌购物案”的研究述评》,《财经问题研究》,2020年第11期。

(2)陈林、张家才:《数字时代中的相关市场理论:从单边市场到双边市场》,《财经研究》,2020年第3期。

(3)龚强、马洁、班铭媛:《中国金融科技发展的风险与监管启示》,《国际经济评论》,2022年第6期。

(4)刘重阳、曲创:《平台垄断、劣币现象与信息监管——基于搜索引擎市场的研究》,《经济与管理研究》,2018年第7期。

(5)李三希、武琦瑶、鲍仁杰:《大数据、个人信息保护和价格歧视——基于垂直差异化双寡头模型的分析》,《经济研究》,2021年第1期。

(6)刘小鲁、鲍仁杰:《组合排序规则、产品质量与平台生态》,《经济研究》,2020年第6期。

(7)汪敏达、李建标、陈志斌:《消费者个人信息保护与厂商广告策略的实验研究》,《中国工业经济》,2022年第4期。

(8)王世强、陈逸豪、叶光亮:《数字经济中企业歧视性定价与质量竞争》,《经济研究》,2020年第12期。

(9)曲创、刘重阳:《平台竞争一定能提高信息匹配效率吗?——基于中国搜索引擎市场的分析》,《经济研究》,2019年第8期。

(10)钱文君、沈晴霓、吴鹏飞、董春涛、吴中海:《大数据计算环境下的隐私保护技术研究进展》,《计算机学报》,2022年第4期。

(11)孙浦阳、张靖佳、姜小雨:《电子商务、搜寻成本与消费价格变化》,《经济研究》,2017年第7期。

(12)申卫星:《论数据用益权》,《中国社会科学》,2020年第11期。

(13)寇宗来、刘雅婧:《数字经济下的监管挑战》,《财经问题研究》,2019年第3期。

(14)郑捷:《算法推荐、价格歧视与消费者隐私》,《数据》,2021年第12期。

(15)张剑虎、林平:《个人信息保护的市场机制与法律监管的福利效果》,《经济学(季刊)》,2022年,接收待发表。

(16) Acemoglu, D., Makhdoui, A., Malekian, A. and Ozdaglar, A., 2017, "Privacy-constrained Network Formation", *Games and Economic Behavior*, 105, pp.255~275.

(17) Acemoglu, D., Makhdoui, A., Malekian, A. and Ozdaglar, A., 2019, "Too Much Data: Prices and Inefficiencies in Data Markets", National Bureau of Economic Research, No.w26296.

(18) Acquisti, A. and Varian, H. R., 2005, "Conditioning Prices on Purchase History", *Marketing Science*, 24(3), pp.367~381.

(19) Acquisti, A., Taylor, C. and Wagman, L., 2016, "The Economics of Privacy", *Journal of Economic Literature*, 54(2), pp.442~92.

(20) Ali, S. N., Lewis, G. and Vasserman, S., 2020, "Voluntary Disclosure and Personalized Pricing", In Proceedings of the 21st ACM Conference on Economics and Computation, pp.537~538.

(21) Athey, S., Catalini, C. and Tucker, C., 2017, "The Digital Privacy Paradox: Small Money, Small Costs, Small Talk", National Bureau of Economic Research, No.w23488.

(22) Benjumea, J., Roper, J., Rivera-Romero, O., Dorrnoro-Zubiete, E. and Carrasco, A., 2020, "Assessment of the Fairness of Privacy Policies of Mobile Health Apps: Scale Development and Evaluation in Cancer Apps", *JMIR mHealth and uHealth*, 8(7), pp.e17134.

(23) Bottero, M. and Spagnolo, G., 2013, "Limited Credit Records and Market Outcomes", Bank of Italy Temi di Discussione (Working Paper), No.903.

(24) Brahim, N. B. E. B., Lahmandi-Ayed, R. and Laussel, D., 2011, "Is Targeted Advertising always Beneficial?", *International Journal of Industrial Organization*, 29(6), pp.678~689.

(25) Campbell, J., Goldfarb, A. and Tucker, C., 2015, "Privacy Regulation and Market Structure", *Journal of Economics & Management Strategy*, 24(1), pp.47~73.

(26) Cave, J., Robinson, N., Schindler, R., Gabriela Bodea, L. K. and Graux, H., 2011, "Does it Help or Hinder? Promotion of Innovation



## 竞争会降低企业收集消费者信息并增加隐私保护投资吗？

### 经济学

on the Internet and Citizens' Right to Privacy", European Parliament Directorate General For Internal Policies.

- (27) Chen, Y., Hua, X. and Maskus, K. E., 2021, "International Protection of Consumer Data", *Journal of International Economics*, 132, 103517.
- (28) Chen, Y. and Zhang, Z. J., 2009, "Dynamic Targeted Pricing with Strategic Consumers", *International Journal of Industrial Organization*, 27(1), pp.43~50.
- (29) Choi, J. P., Jeon, D. S. and Kim, B. C., 2019, "Privacy and Personal Data Collection with Information Externalities", *Journal of Public Economics*, 173, pp.113~124.
- (30) Cornière, A. and Taylor, G., 2020, "Data and Competition: A General Framework with Applications to Mergers, Market Structure, and Privacy Policy", Working Papers.
- (31) Costa-Cabral, F. and Lynskey, O., 2017, "Family Ties: The Intersection between Data Protection and Competition in EU Law", *Common Market Law Review*, 54, pp.11.
- (32) Esteves, R. B. and Resende, J., 2016, "Competitive Targeted Advertising with Price Discrimination", *Marketing Science*, 35(4), pp.576~587.
- (33) Fainmesser, I. P., Galeotti, A. and Momot, R., 2022, "Digital Privacy", *Management Science*, 69(6), pp.3157~3173.
- (34) Fudenberg, D. and Villas-Boas, J. M., 2006, "Behavior-based Price Discrimination and Customer Recognition", *Handbook on Economics and Information Systems*, 1, pp.377~436.
- (35) Fudenberg, D. and Tirole, J., 2000, "Customer Poaching and Brand Switching", *RAND Journal of Economics*, pp.634~657.
- (36) Hagiü, A. and Wright, J., 2020, "Data-enabled Learning, Network Effects and Competitive Advantage", *RAND Journal of Economics*, forthcoming.
- (37) Janssen, R., Kesler, R., Kummer, M. E. and Waldfogel, J., 2022, "GDPR and the Lost Generation of Innovative Apps", National Bureau of Economic Research.
- (38) Newman, N., 2014, "Search, Antitrust, and the Economics of the Control of User Data", *Yale Journal on Regulation*, 31, pp.401.
- (39) Norberg, P. A., Home, D. R. and Home, D. A., 2007, "The Privacy Paradox: Personal Information Disclosure Intentions Versus Behaviors", *Journal of Consumer Affairs*, 41(1), pp.100~126.
- (40) Iyer, G., Soberman, D. and Villas-Boas, J. M., 2005, "The Targeting of Advertising", *Marketing Science*, 24(3), pp.461~476.
- (41) Posner, R. A., 1981, "The Economics of Privacy", *The American Economic Review*, 71(2), pp.405~409.
- (42) Stucke, M. E. and Grunes, A. P., 2016, *Introduction: Big Data and Competition Policy*, Oxford University Press.
- (43) Villas-Boas, J. M., 1999, "Dynamic Competition with Customer Recognition", *The Rand Journal of Economics*, 30(4), pp.604~631.
- (44) Wilson, K. and Brownstein, J. S., 2009, "Early Detection of Disease Outbreaks Using the Internet", *Canadian Medical Association Journal*, 180(8), pp.829~831.

## Will Competition Reduce Consumer Information Collection and Improve Privacy Protection Investment?

Li Sanxi<sup>a,b,c,d</sup>, Zhang Zhongyuan<sup>a,b</sup> and Jiao Qian<sup>e</sup>

(a. School of Economics, Renmin University of China; b. Center for Digital Economy Research, Renmin University of China; c. Research Institute of State-owned Economy, Renmin University of China; d. Center for Enterprise and Organization Research, Renmin University of China; e. Lingnan College, Sun Yat-sen University)

**Abstract:** How to solve the problem of excessive collection of consumer information and privacy information protection is a major issue in the era of digital economy. This paper constructs a differentiated duopoly model from the perspectives of enterprise information collection and privacy protection investment, and explores the influence of market competition mechanism on information collection intensity and privacy protection investment of enterprises. Our results show that, when the real information is observable, competition will reduce the intensity of information collection and improve the investment level of privacy protection. Compared with oligopoly, monopoly firm collects more consumer information and invest less privacy protection. This paper further introduces government regulation when the real information is unobservable. We find that strong regulation will narrow the gap between the declared value and the actual value, and strengthen the effect of competition on consumer privacy protection. This reveals the complementary relationship between market competition mechanism and government regulation. Therefore, creating a good competitive environment and encouraging enterprises to take information collection and personal information protection as a means of market competition is an important way to solve the data governance problem.

**Keywords:** competition; consumer information collection; privacy protection; government regulation

# Will Competition Reduce Consumer Information Collection and Improve Privacy Protection Investment?

*Li Sanxi<sup>a,b,c,d</sup>, Zhang Zhongyuan<sup>a,b</sup> and Jiao Qian<sup>e</sup>*

(a.School of Economics, Renmin University of China; b. Center for Digital Economy Research, Renmin University of China; c. Research Institute of State-owned Economy, Renmin University of China; d. Center for Enterprise and Organization Research, Renmin University of China; e. Lingnan College, Sun Yat-sen University)

**Summary:** How to solve the problem of excessive collection of consumer information and privacy information protection is a major issue in the era of digital economy. The typical approach to solve this issue involves legislation and regulation. However, an effective market mechanism is also essential to ensure a healthy market economy system. Conventional regulation is costly and often comes at the expense of innovation. This paper regards the market mechanism as the internal driving force to solve the privacy problem, and focuses on whether competition can help solve the problem of personal information protection.

Based on the Hotelling model, this paper constructs a duopoly enterprise competition model to explore the impact of market competition mechanism on the intensity of enterprise information collection and investment in privacy protection. Enterprises have two competitive strategies of information collection and privacy protection investment. By comparing the information collection and privacy protection decisions of enterprises under two different market structures, oligopolistic competition market and monopoly market, we find that, when the information is observable, competition reduces the intensity of information collection by firms and increases the level of investment in privacy protection. Compared with oligopolistic competition, firms under monopoly will collect more consumer information and invest less in privacy protection.

This paper further relaxes the assumption that the real information policy of the enterprise can be observed by consumers, and allows the information policy actually implemented by the enterprise to deviate from its declared information policy. At the same time, government regulation is introduced. We find that if the actual intensity of information policy of an enterprise is unobservable, the actual intensity of information collection will always be higher than its declared intensity of information collection, and the actual level of investment in privacy protection will always be lower than the declared value. The degree of supervision determines the gap between the publicized value and the real value. Increased competition has very different effects on actual privacy investment and information-gathering intensity. Competition will always increase both the declared value and the actual value of the level of investment in privacy protection. The difference is that the competition mechanism will reduce the intensity of information collection claimed by the enterprise, but the impact on the actual value depends on the intensity of regulation. If the regulation is strict, the actual collection intensity will decrease with the intensification of competition; while if the regulation is loose, the intensification of competition will encourage companies to claim a low information collection level and actually collect more private information.

The study reveals a closely linked complementary relationship between market competition and government regulation. Creating a good competitive environment and encouraging companies to use information collection and privacy protection as a means of market competition is an important way to solve data governance problems. The government should bring companies' personal information protection strategies into the scope of competition and advocate information protection as a competitive advantage. Moreover, regulators should coordinate with market competition. Since there is a strong coordination relationship between competition policy and personal information protection, government should make full use of competition policy to strengthen internal competition in the market.

**Keywords:** competition; consumer information collection; privacy protection; government regulation

**JEL Classification:** D4, L1

1. 引理 1 的证明

任意给定  $\xi_1$  和  $\xi_2$ , 由等式 (9)(10)(11), 分别求两家企业均衡时的总商业活动水平以及临界消费者位置关于企业 1 信息收集程度的偏导数, 易得:

$$\frac{\partial \hat{x}}{\partial \xi_1} = -\frac{1}{2t}(c\xi_1 - \rho) \quad (A.1)$$

$$\frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} = -\left(\hat{x} + \frac{a_{s1}}{2t}\right)(c\xi_1 - \rho) \quad (A.2)$$

$$\frac{\partial \bar{a}_2}{\partial \xi_1} = a_{s2} \frac{1}{2t}(c\xi_1 - \rho) \quad (A.3)$$

由等式 (12), 当  $\xi_1 = \xi_1'(\xi_2)$  时, 有  $\frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} = \frac{-\Phi_2 \bar{a}_1}{\Phi_1 + \Phi_2 \xi_1} < 0$ . 故, 由等式 (A.2), 知  $c\xi_1 - \rho > 0$ . 证毕。

2. 引理 2 的证明

记  $F = \Phi_1 \frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} + \Phi_2 \left( \bar{a}_1 + \xi_1 \frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} \right)$ . 对等式 (12) 使用隐函数定理,

$$\Phi_1 \frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} + \Phi_2 \left( \bar{a}_1 + \xi_1 \frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} \right) = 0 \quad (A.4)$$

有  $\frac{\partial \xi_1}{\partial \xi_2} = \frac{-\frac{\partial F}{\partial \xi_2}}{\frac{\partial F}{\partial \xi_1}}$ . 因为已知  $\frac{\partial F}{\partial \xi_1} < 0$ , 故  $\frac{\partial \xi_1}{\partial \xi_2}$  与  $\frac{\partial F}{\partial \xi_2}$  符号相同。

$$\frac{\partial F}{\partial \xi_2} = (\Phi_1 + \Phi_2 \xi_1) \frac{\partial^2 \bar{a}_1}{\partial \xi_1 \partial \xi_2} + \Phi_2 \frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_2} \quad (A.5)$$

由等式 (10) 企业 1 处的总商业活动可知,

$$\bar{a}_1 = \int_0^{\hat{x}} a_{s1} dx = \int_0^{\hat{x}} b - tx + \left( \rho \xi_1 - \frac{c}{2} \xi_1^2 \right) dx \quad (A.6)$$

$$\frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_2} = -a_{s1} \frac{1}{2t} (\rho - c\xi_2) = -\frac{1}{2t} \left( b - t\hat{x} + \left( \rho \xi_1 - \frac{c}{2} \xi_1^2 \right) \right) (\rho - c\xi_2) \quad (A.7)$$

$$\frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} = \left( \hat{x} + \frac{a_{s1}}{2t} \right) (\rho - c\xi_1) \quad (A.8)$$

$$\frac{\partial^2 \bar{a}_1}{\partial \xi_2 \partial \xi_1} = -\frac{1}{2t} \left( -t \frac{\partial \hat{x}}{\partial \xi_1} + (\rho - c\xi_1) \right) (\rho - c\xi_2) \quad (A.9)$$

由等式 (A.1) 知,  $\frac{\partial \hat{x}}{\partial \xi_1} = -\frac{1}{2t}(c\xi_1 - \rho)$ , 代入得:

$$\frac{\partial^2 \bar{a}_1}{\partial \xi_2 \partial \xi_1} = \frac{1}{4t} (c\xi_1 - \rho) (\rho - c\xi_2) \quad (A.10)$$

故, 有:

$$\frac{\partial F}{\partial \xi_2} = \left[ (\Phi_1 + \Phi_2 \xi_1) \frac{1}{4t} (c\xi_1 - \rho) - \frac{\Phi_2}{2t} a_{s1} \right] (\rho - c\xi_2) = \frac{1}{4t} \left[ (\Phi_1 + \Phi_2 \xi_1) (c\xi_1 - \rho) - 2\Phi_2 a_{s1} \right] (\rho - c\xi_2) = \frac{\Phi_2}{4t} \left[ \frac{\bar{a}_1}{\hat{x} + \frac{a_{s1}}{2t}} - 2a_{s1} \right] (\rho - c\xi_2) \quad (A.11)$$

其中, 等式 (A.11) 的倒数第一个等式使用了一阶条件式 (12)

$$\Phi_1 \frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} + \Phi_2 \left( \bar{a}_1 + \xi_1 \frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} \right) = 0$$

当  $b$  足够大, 一定有  $\bar{a}_1 < 2a_{s1} \hat{x}$ , 故  $\frac{\bar{a}_1}{\hat{x} + \frac{a_{s1}}{2t}} - 2a_{s1} < 0$ . 故  $\frac{\partial F}{\partial \xi_2}$  与  $\rho - c\xi_2$  反符号。证毕。

3. 引理 3 的证明

证明均衡存在等价于证明一阶条件 (12) 方程组存在解。在对称均衡中, 有  $\xi_1 = \xi_2 = \xi$ . 由引理 1, 均衡时, 必有  $\xi \geq \frac{\rho}{c}$ . 定义  $G(\xi)$ :

$$G(\xi) = \Phi_1 \frac{\partial \bar{a}_1(\xi, \xi)}{\partial \xi_1} + \Phi_2 \left( \bar{a}_1(\xi, \xi) + \xi \frac{\partial \bar{a}_1(\xi, \xi)}{\partial \xi_1} \right) \quad (A.12)$$

该命题可转化为证明  $G(\xi) = 0$  在  $\left[ \frac{\rho}{c}, 1 \right]$  上存在唯一解。为此, 我们只需证明  $G$  在  $\left[ \frac{\rho}{c}, 1 \right]$  是单调减函数, 且  $G\left(\frac{\rho}{c}\right) \geq 0, G(1) < 0$ . 很显然,

$\left( \bar{a}_1 + \frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} \right)_{\xi_1 = \xi_2 = 1} < 0$ , 可以推出  $G(1) < 0$ . 当  $\xi_1 = \xi_2 = \xi$  时,  $\hat{x} = 1/2$ , 且由等式 (10) 和等式 (A.2) 知:

$$\bar{a}_1(\xi, \xi) = \int_0^{\frac{1}{2}} b - tx + \left( \rho \xi - \frac{c}{2} \xi^2 \right) dx = \frac{1}{2} \left( b + \rho \xi - \frac{c}{2} \xi^2 \right) - \frac{t}{8} \quad (A.13)$$

$$\frac{\partial \bar{a}_1(\xi, \xi)}{\partial \xi_1} = \left( \frac{1}{2} + \frac{a_{s1}}{2t} \right) (\rho - c\xi) = \left( \frac{1}{4} + \frac{b + \rho \xi - \frac{c}{2} \xi^2}{2t} \right) (\rho - c\xi) \quad (A.14)$$



当  $\xi = \frac{\rho}{c}$  时, 有  $\frac{\partial \bar{a}_1(\xi, \xi)}{\partial \xi_1} = 0$ 。故  $G\left(\frac{\rho}{c}\right) = \Phi_2 \bar{a}_1(\xi, \xi) \geq 0$ 。

现在证明当  $\xi \in \left[\frac{\rho}{c}, 1\right]$  时,  $\frac{dG(\xi)}{d\xi} < 0$ 。记  $G_1(\xi) = \frac{\partial \bar{a}_1(\xi, \xi)}{\partial \xi_1}$ ,  $G_2(\xi) = \bar{a}_1(\xi, \xi) + \xi \frac{\partial \bar{a}_1(\xi, \xi)}{\partial \xi_1}$ , 则  $G(\xi) = \Phi_1 G_1(\xi) + \Phi_2 G_2(\xi)$ 。等式 (A.14) 对  $\xi$  求导, 可得

$$G_1(\xi) = -c \left( \frac{1}{4} + \frac{b + \rho\xi - \frac{c}{2}\xi^2}{2t} \right) + \frac{(\rho - c\xi)^2}{2t} = -\frac{1}{4t} (2bc - 2\rho^2 - 3c^2\xi^2 + ct + 6c\xi\rho) \quad (\text{A.15})$$

注意, 当  $b$  足够大时, 有  $G_1(\xi) < 0$ 。此外,

$$G_2(\xi) = \frac{1}{2}(\rho - c\xi) + \left( \frac{1}{4} + \frac{b + \rho\xi - \frac{c}{2}\xi^2}{2t} \right) (\rho - c\xi) + \xi G_1(\xi) \quad (\text{A.16})$$

因为  $\rho < c\xi$ , 以及  $G_1(\xi) < 0$ , 故  $G_2(\xi) < 0$ 。因此,  $G(\xi) = \Phi_1 G_1(\xi) + \Phi_2 G_2(\xi) < 0$ 。证毕。

#### 4. 命题 1a 的证明

与引理 2 的证明类似, 我们只需要证明  $\frac{\partial F}{\partial t} > 0$ , 其中  $F = \Phi_1 \frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} + \Phi_2 \left( \bar{a}_1 + \xi_1 \frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} \right)$ 。由等式 (9), 可知  $\frac{\partial \hat{x}}{\partial t} \Big|_{\xi_1 = \xi_2 = \xi^0} = 0$ , 利用该事实, 联立等式 (10) 和等式 (A.2), 通过简单计算, 可得:

$$\frac{\partial F}{\partial t} = (\Phi_1 + \Phi_2 \xi^0) \frac{\partial^2 \bar{a}_1}{\partial \xi_1 \partial t} \Big|_{\xi_1 = \xi_2 = \xi^0} + \Phi_2 \frac{\partial \bar{a}_1}{\partial t} \Big|_{\xi_1 = \xi_2 = \xi^0} = \frac{a_{31} + 0.5t}{2t^2} (c\xi^0 - \rho) (\Phi_1 + \Phi_2 \xi^0) - \frac{1}{8} \Phi_2 \quad (\text{A.17})$$

当  $b$  足够大时,  $a_{31}$  足够大, 因此上式大于零。

#### 5. 命题 1b 的证明

只需证明当  $\xi_1 = \xi_2 = \xi^0$  时, 有  $\frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} > 0$ , 而这点在前面已经证明。证毕。

#### 6. 引理 4 的证明

由等式 (17)、(18) 和 (19), 我们有:

$$\frac{\partial \hat{x}}{\partial I_1} = -\frac{\xi^2}{4t} c(I_1) > 0 \quad (\text{A.18})$$

$$\frac{\partial \bar{a}_1}{\partial I_1} = a_{31} \frac{\partial \hat{x}}{\partial I_1} - \frac{\xi^2}{2} c(I_1) \hat{x} > 0 \quad (\text{A.19})$$

$$\frac{\partial \bar{a}_2}{\partial I_1} = -a_{12} \frac{\partial \hat{x}}{\partial I_1} < 0 \quad (\text{A.20})$$

综上, 得:

$$\frac{\partial^2 \bar{a}_2}{\partial I_1 \partial I_2} = -t \frac{\partial \hat{x}}{\partial I_1} \frac{\partial \hat{x}}{\partial I_2} > 0 \quad (\text{A.21})$$

证毕。

#### 7. 引理 5 的证明

对等式 (20) 使用隐含数定理, 我们只需要证明  $\frac{\partial^2 \bar{a}_1}{\partial I_1 \partial I_1} > 0$ , 而这已经由引理 4 已经证明。证毕。

#### 8. 命题 2a 的证明

对等式 (20) 使用隐含数定理, 我们只需要证明  $\frac{\partial^2 \bar{a}_1}{\partial I_1 \partial I_1} \Big|_{I_1 = I_2 = I^0} < 0$  即可。由等式 (17) 知,  $\frac{\partial \hat{x}}{\partial I_1} \Big|_{I_1 = I_2 = I^0} = 0$ 。利用这点, 结合等式 (A.18) 和 (A.19), 易求得:

$$\frac{\partial^2 \bar{a}_1}{\partial I_1 \partial I_1} \Big|_{I_1 = I_2 = I^0} = \frac{b + \xi^0 \rho - \frac{c(I^0)}{2} \xi^2}{t} \xi^2 c(I^0) < 0 \quad (\text{A.22})$$

证毕。

#### 9. 引理 6 和引理 7 的证明

对中央计划者的目标函数求一阶导, 让其等于 0, 得到一阶条件为:

$$\alpha \frac{\partial CS}{\partial \xi} + (1 - \alpha) \frac{\partial \Pi}{\partial \xi} = 0 \quad (\text{A.23})$$

记  $L = \alpha \frac{\partial CS}{\partial \xi} + (1 - \alpha) \frac{\partial \Pi}{\partial \xi}$ , 由隐含函数定理, 知  $\frac{\partial \xi^*}{\partial \alpha}$  与  $\frac{\partial L}{\partial \alpha}$  同号。  $\frac{\partial L}{\partial \alpha} = \frac{\partial CS}{\partial \alpha} - \frac{\partial \Pi}{\partial \alpha}$ , 因  $\xi^* > \frac{\rho}{c}$ , 可知,  $\frac{\partial CS}{\partial \alpha} < 0$ ; 又因为  $\xi^* < \xi^c$ , 故  $\frac{\partial \Pi}{\partial \alpha} > 0$ 。因此,  $\frac{\partial L}{\partial \alpha} < 0$ 。引理 6 证毕。

由引理 6 可知,  $\xi^*$  是  $\alpha$  的单调递减函数, 且  $\alpha = 1$  时,  $\xi^* = \frac{\rho}{c}$ , 且  $\alpha = 0$  时,  $\xi^* = \xi^c$ 。已知  $\frac{\rho}{c} < \xi^0 < \xi^c$ , 故存在  $\bar{\alpha}$  使得,  $\xi^0 < \xi^*$  当且仅当  $\alpha < \bar{\alpha}$ 。引理 7 证毕。

#### 10. 命题 4 的证明

首先看信息收集强度。和命题 1b 的证明相同, 我们只需要证明:

$$\frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} \Big|_{\xi_1 = \xi_2 = \xi^0} \geq 0 \quad (\text{A.24})$$

此时, 消费者的最优消费量为:

$$a_{.1} = b - tx + \beta \bar{a}_1 + \left( \rho \xi_1 - \frac{c}{2} \xi_1^2 \right) \quad (\text{A.25})$$

$$a_{.2} = b - t(1-x) + \beta \bar{a}_2 + \left( \rho \xi_2 - \frac{c}{2} \xi_2^2 \right) \quad (\text{A.26})$$

故:

$$\hat{x} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2t} \left[ \rho(\xi_2 - \xi_1) + \beta(\bar{a}_2 - \bar{a}_1) + \frac{c}{2}(\xi_1^2 - \xi_2^2) \right] \quad (\text{A.27})$$

企业1处的总商业活动为:

$$\bar{a}_1 = \int_0^{\hat{x}} a_{.1} dx = \int_0^{\hat{x}} b - tx + \beta \bar{a}_1 + \left( \rho \xi_1 - \frac{c}{2} \xi_1^2 \right) dx \quad (\text{A.28})$$

同理,企业2的总商业活动为:

$$\bar{a}_2 = \int_{\hat{x}}^1 b - t(1-x) + \beta \bar{a}_2 + \left( \rho \xi_2 - \frac{c}{2} \xi_2^2 \right) dx \quad (\text{A.29})$$

等式(A.27)、(A.28)和(A.29)对 $\xi_1$ 求全微分,有:

$$\frac{\partial \hat{x}}{\partial \xi_1} = -\frac{1}{2t} \left( c \xi_1 - \rho + \beta \left( \frac{\partial \bar{a}_2}{\partial \xi_1} - \frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} \right) \right) \quad (\text{A.30})$$

$$\frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} = a_{.1} \frac{\partial \hat{x}}{\partial \xi_1} + \left( \rho - c \xi_1 + \beta \frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} \right) \hat{x} \quad (\text{A.31})$$

$$\frac{\partial \bar{a}_2}{\partial \xi_1} = -a_{.2} \frac{\partial \hat{x}}{\partial \xi_1} + \beta \frac{\partial \bar{a}_2}{\partial \xi_1} (1 - \hat{x}) \quad (\text{A.32})$$

由等式(A.32)知 $\frac{\partial \bar{a}_2}{\partial \xi_1} = -\frac{a_{.2}}{1-\beta(1-\hat{x})} \frac{\partial \hat{x}}{\partial \xi_1}$ ,故 $\frac{\partial \bar{a}_2}{\partial \xi_1}$ 与 $\frac{\partial \hat{x}}{\partial \xi_1}$ 符号相反,故我们只需证明 $\frac{\partial \hat{x}}{\partial \xi_1} \Big|_{\xi_1=\xi_2=\xi^p} \leq 0$ 。将 $\frac{\partial \bar{a}_2}{\partial \xi_1} = -\frac{a_{.2}}{1-\beta(1-\hat{x})} \frac{\partial \hat{x}}{\partial \xi_1}$ 代入等式(A.30),得到:

$$-2t \frac{\partial \hat{x}}{\partial \xi_1} = c \xi_1 - \rho - \frac{\beta a_{.2}}{1-\beta(1-\hat{x})} \frac{\partial \hat{x}}{\partial \xi_1} - \beta \frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} \quad (\text{A.33})$$

等式(A.32)两边除以 $\hat{x}$ ,得到:

$$\frac{1}{\hat{x}} \frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} = \frac{a_{.1}}{\hat{x}} \frac{\partial \hat{x}}{\partial \xi_1} + \rho - c \xi_1 + \beta \frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} \quad (\text{A.34})$$

等式(A.33)+(A.34),得到:

$$-\left( 2t + \frac{a_{.1}}{\hat{x}} - \frac{\beta a_{.2}}{1-\beta(1-\hat{x})} \right) \frac{\partial \hat{x}}{\partial \xi_1} = -\frac{1}{\hat{x}} \frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} \quad (\text{A.35})$$

当 $\xi_1=\xi_2=\xi^p$ 时,有 $a_{.1}=a_{.2}$ ,代入上式,得到:

$$-\left( 2t + \frac{a_{.1}(1-\beta)}{\hat{x}(1-\beta(1-\hat{x}))} \right) \frac{\partial \hat{x}}{\partial \xi_1} = -\frac{1}{\hat{x}} \frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} \quad (\text{A.36})$$

又由企业最优化的一阶条件等式(12)知 $\frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \xi_1} \Big|_{\xi_1=\xi_2=\xi^p} \leq 0$ ,故 $\frac{\partial \hat{x}}{\partial \xi_1} \Big|_{\xi_1=\xi_2=\xi^p} \leq 0$ 。

个人信息保护投资强度情形的证明类似,故略去。证毕。

接下来,我们将证明,不论是否存在跨产品网络外部性,寡头垄断厂商最优信息收集水平保持不变。

证明:对寡头垄断者而言,不失一般性,可以假设他会选择 $\xi_1=\xi_2=\xi$ 。给定 $\xi$ ,在没有跨产品网络外部性时,消费者在单个产品的总活动量由下列方程决定:

$$\bar{a} = \int_0^{\frac{1}{2}} b - tx + \beta \bar{a} + \left( \rho \xi_1 - \frac{c}{2} \xi_1^2 \right) dx \quad (\text{A.37})$$

解得:

$$\bar{a} = \frac{b + \rho \xi_1 - \frac{c}{2} \xi_1^2 - \frac{t}{4}}{2 - \beta} \quad (\text{A.38})$$

而如果存在跨产品网络外部性,则消费者在单个产品的总活动量由以下方程决定:

$$\bar{a}' = \int_0^{\frac{1}{2}} b - tx + 2\beta \bar{a}' + \left( \rho \xi_1 - \frac{c}{2} \xi_1^2 \right) dx \quad (\text{A.39})$$

解得:

$$\bar{a}' = \frac{b + \rho \xi_1 - \frac{c}{2} \xi_1^2 - \frac{t}{4}}{2 - 2\beta} \quad (\text{A.40})$$

因此,很容易看到, $\bar{a}' = \frac{2-\beta}{2-2\beta} \bar{a}$ ,即,任意给定没有跨产品网络外部性消费者活动总量,有跨产品网络外部性时消费者活动总量是没有跨产品网络外部性消费者活动总量的 $\frac{2-\beta}{2-2\beta}$ 倍,注意到 $\frac{2-\beta}{2-2\beta}$ 是一个独立于 $\xi$ 的常数。再根据本文对厂商利润函数的假设可知,任意给定 $\xi$ ,有跨产品网络外部性时行业利润是没有跨产品网络外部性时行业利润的 $\frac{2-\beta}{2-2\beta}$ 倍。对寡头垄断者而言,会选择 $\xi$ 最大化行业利润,而一种情况下的行业利润只是另一种情况下行业利润的常数倍,因此两种情况下的最优信息收集强度相等。证毕。

#### 11. 正文第四部分(一)中信息收集强度不可观测下寡头竞争模型求解

通过逆向归纳法求解:对于消费者 $x$ ,若其选择企业1,则选择 $a$ ,最大化其效用:

$$\max_{a_i} U_i^1 = a_i(b - tx) - \frac{1}{2}a_i^2 + a_i\left(\rho\bar{\xi}_1 - \frac{c}{2}\bar{\xi}_1^2\right) \quad (\text{A.41})$$

由对  $a_i$  的一阶条件得到:

$$a_{i1} = b - tx + \left(\rho\bar{\xi}_1 - \frac{c}{2}\bar{\xi}_1^2\right) \quad (\text{A.42})$$

消费者效用为:

$$U_i^{1*} = \frac{1}{2}a_{i1}^2 \quad (\text{A.43})$$

同理,若其选择企业 2,会选择  $a_{i2} = b - t(1-x) + \left(\rho\bar{\xi}_2 - \frac{c}{2}\bar{\xi}_2^2\right)$ , 获得效用  $U_i^{2*} = \frac{1}{2}a_{i2}^2$ 。当且仅当  $U_i^{1*} \geq U_i^{2*}$  时,消费者会选择在企业 1 处进行商业活动,即  $a_{i1} \geq a_{i2}$ ,展开可写成:

$$b - tx + \left(\rho\bar{\xi}_1 - \frac{c}{2}\bar{\xi}_1^2\right) \geq b - t(1-x) + \left(\rho\bar{\xi}_2 - \frac{c}{2}\bar{\xi}_2^2\right) \quad (\text{A.44})$$

即

$$x \leq \hat{x} = \frac{1}{2} - \frac{1}{2t} \left[ \rho(\bar{\xi}_2 - \bar{\xi}_1) + \frac{c}{2}(\bar{\xi}_1^2 - \bar{\xi}_2^2) \right] \quad (\text{A.45})$$

企业 1 处的总商业活动为:

$$\bar{a}_1 = \int_0^{\hat{x}} a_{i1} dx = \int_0^{\hat{x}} \left[ b - tx + \left(\rho\bar{\xi}_1 - \frac{c}{2}\bar{\xi}_1^2\right) \right] dx \quad (\text{A.46})$$

同理,企业 2 的总商业活动为

$$\bar{a}_2 = \int_{\hat{x}}^1 \left[ b - t(1-x) + \left(\rho\bar{\xi}_2 - \frac{c}{2}\bar{\xi}_2^2\right) \right] dx \quad (\text{A.47})$$

下面考虑企业对信息收集程度  $\bar{\xi}$  的选择。由企业  $i$  选择宣称的信息收集水平  $\bar{\xi}_i$  最大化其利润的一阶条件有:对宣传的信息收集水平求一阶导

$$\Phi_1 \frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \bar{\xi}_1} + \Phi_2 \xi_i \frac{\partial \bar{a}_2}{\partial \bar{\xi}_1} + Fk(\xi_i - \bar{\xi}_i) = 0 \quad (\text{A.48})$$

等式(A.48)表明宣称的信息收集水平增加 1 单位,会降低消费者的活跃度,同时会降低企业受处罚的门槛。

对实际信息收集水平  $\xi_i$  求一阶导得:

$$\Phi_2 \bar{a}_i - Fk(\xi_i - \bar{\xi}_i) = 0 \quad (\text{A.49})$$

等式(A.49)表明均衡时额外增加 1 单位实际信息收集水平带来的边际收益与处罚相抵。

引理 8: 均衡时  $\bar{\xi}_1 = \bar{\xi}_2 = \bar{\xi} > \frac{\rho}{c}$ 。

证明:将等式(A.49)代入等式(A.48),可得  $(\Phi_1 + \Phi_2 \xi_i) \frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \bar{\xi}_1} + \Phi_2 \bar{a}_i = 0$ 。由于  $\Phi_1 + \Phi_2 \xi_i > 0$ ,  $\Phi_2 \bar{a}_i > 0$ , 故  $\frac{\partial \bar{a}_1}{\partial \bar{\xi}_1} < 0$ 。借鉴引理 1 的证明可知,

$$\frac{\partial \bar{a}_i}{\partial \bar{\xi}_i} = \left( \frac{1}{2} + \frac{a_{i1}}{2t} \right) (\rho - c\bar{\xi}_i), \text{ 而 } \left( \frac{1}{2} + \frac{a_{i1}}{2t} \right) > 0, \text{ 故 } \rho - c\bar{\xi}_i < 0。$$

引理 9: 均衡时,  $\xi_i = \xi_2 = \xi$ ,  $\bar{\xi}_1 = \bar{\xi}_2 = \bar{\xi}$ , 且  $\xi_i > \bar{\xi}_i$ , 即实际收集强度必然高于宣传的强度。

证明:由等式(A.49)知  $\xi_i - \bar{\xi}_i > 0$ 。

均衡时

$$\bar{a}_i = \bar{a}_1 = \int_0^{\hat{x}} \left[ b - tx + \left(\rho\bar{\xi} - \frac{c}{2}\bar{\xi}^2\right) \right] dx = \frac{1}{2} \left( b + \rho\bar{\xi} - \frac{c}{2}\bar{\xi}^2 \right) - \frac{t}{8} \quad (\text{A.50})$$

故

$$\frac{\partial \bar{a}_i}{\partial \bar{\xi}_i} = \left( \frac{1}{2} + \frac{a_{i1}}{2t} \right) (\rho - c\bar{\xi}) = \left( \frac{1}{4} + \frac{b + \rho\bar{\xi} - \frac{c}{2}\bar{\xi}^2}{2t} \right) (\rho - c\bar{\xi}) = \frac{1}{2t} (\rho - c\bar{\xi}) \left( b + \rho\bar{\xi} - \frac{c}{2}\bar{\xi}^2 + \frac{t}{2} \right) \quad (\text{A.51})$$

将  $\bar{a}_i$ ,  $\frac{\partial \bar{a}_i}{\partial \bar{\xi}_i}$ ,  $\xi_i = \xi$ ,  $\bar{\xi}_i = \bar{\xi}$ ,  $\hat{x} = \frac{1}{2}$  代入等式(A.49)和等式(A.50),可得:

$$(\Phi_1 + \Phi_2 \xi) \frac{1}{2t} (\rho - c\bar{\xi}) \left( b + \rho\bar{\xi} - \frac{c}{2}\bar{\xi}^2 + \frac{t}{2} \right) + Fk(\xi_i - \bar{\xi}_i) = 0 \quad (\text{A.52})$$

$$\frac{\varphi_2}{2} \left( b + \rho\bar{\xi} - \frac{c}{2}\bar{\xi}^2 - \frac{t}{4} \right) - Fk(\xi - \bar{\xi}) = 0 \quad (\text{A.53})$$

注意到  $\xi$  和  $\bar{\xi}$  可以写成  $k$  和  $t$  的函数,即等式(A.52)与(A.53)共同确定了隐函数  $\xi(k, t)$ ,  $\bar{\xi}(k, t)$ 。

令等式(A.52)左式为  $F_1$ ,等式(A.53)左式为  $F_2$ ,即

$$F_1 = (\varphi_1 + \varphi_2 \xi) (\rho - c\bar{\xi}) \left( b + \rho\bar{\xi} - \frac{c}{2}\bar{\xi}^2 + \frac{t}{2} \right) + Fk(\xi - \bar{\xi}) \quad (\text{A.54})$$

$$F_2 = \frac{\varphi_2}{2} \left( b + \rho\bar{\xi} - \frac{c}{2}\bar{\xi}^2 - \frac{t}{4} \right) - Fk(\xi - \bar{\xi}) \quad (\text{A.55})$$

结论 1: 当  $b$  足够大时,  $Fk > \frac{\Phi_2}{2}(c\bar{\xi} - \rho)$ 。

证明:根据等式(A.52),  $(\Phi_1 + \Phi_2 \xi) \frac{1}{2t} (\rho - c\bar{\xi}) \left( b + \rho\bar{\xi} - \frac{c}{2}\bar{\xi}^2 + \frac{t}{2} \right) + Fk(\xi_i - \bar{\xi}_i) = 0$ 。

因  $\xi_i - \bar{\xi}_i > 0$  且  $\xi_i, \bar{\xi}_i \in [0, 1]$ , 可知  $\xi_i - \bar{\xi}_i \in (0, 1]$ , 故

$$Fk > (\Phi_1 + \Phi_2 \xi) \frac{1}{2t} (c\bar{\xi} - \rho) \left( b + \rho\bar{\xi}_i - \frac{c}{2}\bar{\xi}_i^2 + \frac{t}{2} \right) \quad (\text{A.56})$$



即

$$Fk \frac{\iota \Phi_2}{(\Phi_1 + \Phi_2 \xi_i) \left( b + \rho \bar{\xi}_i - \frac{c}{2} \xi^2 + \frac{\iota}{2} \right)} > \frac{\Phi_2}{2} (c \bar{\xi}_i - \rho) \quad (\text{A.57})$$

当  $b$  足够大时,  $Fk$  的系数小于 1, 证毕。

结论 2:  $\Phi_2 - \frac{1}{\iota} (\Phi_1 + \Phi_2 \xi) (c \bar{\xi} - \rho) > 0$ 。

证明: 将等式 (A.53) 带入等式 (A.52) 得:

$$\frac{1}{2\iota} (\Phi_1 + \Phi_2 \xi) (c \bar{\xi} - \rho) \left( b + \rho \bar{\xi} - \frac{c}{2} \xi^2 + \frac{\iota}{2} \right) = \frac{\Phi_2}{2} \left( b + \rho \bar{\xi}_i - \frac{c}{2} \xi^2 - \frac{\iota}{4} \right) \quad (\text{A.58})$$

即

$$\frac{1}{\iota} (\Phi_1 + \Phi_2 \xi) (c \bar{\xi} - \rho) = \Phi_2 \frac{\left( b + \rho \bar{\xi} - \frac{c}{2} \xi^2 - \frac{\iota}{4} \right)}{\left( b + \rho \bar{\xi} - \frac{c}{2} \xi^2 + \frac{\iota}{2} \right)} < \Phi_2 \quad (\text{A.59})$$

证毕。

## 12. 命题 5 的证明

政府监管  $k$  对  $\xi_i$  和  $\bar{\xi}_i$  的影响  $\frac{\partial \xi_i}{\partial k} < 0$ ,  $\frac{\partial \bar{\xi}_i}{\partial k} > 0$ 。

证明:  $F_1$  对  $k$  求导, 可得:

$$\frac{\partial F_1}{\partial \xi} \frac{\partial \xi}{\partial k} + \frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial \bar{\xi}}{\partial k} + \frac{\partial F_1}{\partial k} = 0 \quad (\text{A.60})$$

其中,  $\frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}} = \Phi_2 \frac{\partial \bar{a}_i(\xi, \bar{\xi})}{\partial \bar{\xi}_i} + Fk$  符号不确定;

$\frac{\partial F_1}{\partial \xi} = -\frac{1}{2\iota} (\Phi_1 + \Phi_2 \xi_i) \left[ c(a_i + \iota) - (c \bar{\xi} - \rho) \right] - Fk < 0$ , 当  $b$  足够大时,

$$\frac{\partial F_1}{\partial k} = F(\xi_i - \bar{\xi}) > 0 \quad (\text{A.61})$$

$F_2$  对  $k$  求导, 可得:

$$\frac{\partial F_2}{\partial \xi} \frac{\partial \xi}{\partial k} + \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial \bar{\xi}}{\partial k} + \frac{\partial F_2}{\partial k} = 0 \quad (\text{A.62})$$

其中

$$\frac{\partial F_2}{\partial \xi} = -Fk < 0, \quad \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}} = \frac{\Phi_2}{2} (\rho - c \bar{\xi}) + Fk > 0, \quad \frac{\partial F_2}{\partial k} = -F(\xi_i - \bar{\xi}) < 0 \quad (\text{A.63})$$

联立上式可得:

$$\frac{\partial \xi}{\partial k} = \frac{\frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial F_2}{\partial k} - \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial F_1}{\partial k}}{\frac{\partial F_1}{\partial \xi} \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}} - \frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial F_2}{\partial \xi}} \quad (\text{A.64})$$

$$\frac{\partial \bar{\xi}}{\partial k} = \frac{\frac{\partial F_1}{\partial k} \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}} - \frac{\partial F_2}{\partial k} \frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}}}{\frac{\partial F_1}{\partial \xi} \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}} - \frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial F_2}{\partial \xi}} \quad (\text{A.65})$$

① 求解共同的分母式:

$$\frac{\partial F_1}{\partial \xi} \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}} - \frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial F_2}{\partial \xi} = (\Phi_2 \frac{\partial \bar{a}_i}{\partial \bar{\xi}_i} + Fk) \left( \frac{\Phi_2}{2} (\rho - c \bar{\xi}) + Fk \right) - Fk \left( \frac{1}{2\iota} (\Phi_1 + \Phi_2 \xi) \left[ c(a_i + \iota) - (c \bar{\xi} - \rho) \right] + Fk \right) \quad (\text{A.66})$$

将  $\frac{\partial \bar{a}_i}{\partial \bar{\xi}_i} = \frac{1}{2\iota} (a_i + \iota) (c \bar{\xi} - \rho)$  代入上式, 经整理可得

$$\frac{\partial F_1}{\partial \xi} \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}} - \frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial F_2}{\partial \xi} = -\frac{\Phi_2}{2\iota} (c \bar{\xi} - \rho) (a_i + \iota) \left[ Fk - \frac{\Phi_2}{2} (c \bar{\xi} - \rho) \right] - \frac{1}{2\iota} Fk c (\Phi_1 + \Phi_2 \xi) (a_i + \iota) - \frac{1}{2} Fk (c \bar{\xi} - \rho) \left[ \Phi_2 - \frac{1}{\iota} (\Phi_1 + \Phi_2 \xi) (c \bar{\xi} - \rho) \right] \quad (\text{A.67})$$

由引理 7 和 8 可知上式小于零。

② 求解  $\frac{\partial \xi}{\partial k}$  分子式:

$$\begin{aligned} \frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial F_2}{\partial k} - \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial F_1}{\partial k} &= \left( \frac{1}{2\iota} (\Phi_1 + \Phi_2 \xi) \left[ c(a_i + \iota) - (c \bar{\xi} - \rho) \right] + Fk \right) F(\xi - \bar{\xi}_i) - \left[ Fk + \frac{\Phi_2}{2} (c \bar{\xi}_i - \rho) \right] F(\xi - \bar{\xi}) \\ &= F(\xi - \bar{\xi}) \left\{ \frac{1}{2\iota} (\Phi_1 + \Phi_2 \xi) \left[ c(a_i + \iota) - (c \bar{\xi} - \rho) \right] + \frac{\Phi_2}{2} (c \bar{\xi} - \rho) \right\} > 0 \end{aligned} \quad (\text{A.68})$$

③ 求解  $\frac{\partial \bar{\xi}}{\partial k}$  分子式:

$$\frac{\partial F_1}{\partial k} \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}} - \frac{\partial F_2}{\partial k} \frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}} = -Fk F(\xi - \bar{\xi}) + \left( \Phi_2 \frac{\partial \bar{a}_i(\xi, \bar{\xi})}{\partial \bar{\xi}_i} + Fk \right) F(\xi - \bar{\xi}) = \Phi_2 \frac{\partial \bar{a}_i(\xi, \bar{\xi})}{\partial \bar{\xi}_i} F(\xi - \bar{\xi}) < 0 \quad (\text{A.69})$$

综上, 可知  $\frac{\partial \xi}{\partial k} < 0$ ,  $\frac{\partial \bar{\xi}}{\partial k} > 0$ 。即监管越严格, 宣传的信息收集强度越高, 实际的收集强度越低。

### 13. 命题6证明

(1)先证明对于宣传的信息收集强度,当b足够大时, $\frac{\partial \bar{\xi}}{\partial t} > 0$ ;对于实际收集强度,当Fk足够小时, $\frac{\partial \xi^c}{\partial t} < 0$ ;当Fk足够大时, $\frac{\partial \xi^c}{\partial t} > 0$ 。

证明思路与命题5类似: $F_1$ 和 $F_2$ 分别对t求导,可得:

$$\frac{\partial \xi}{\partial t} = \frac{\frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial F_2}{\partial t} - \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial F_1}{\partial t}}{\frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}} - \frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}}} \quad (\text{A.70})$$

$$\frac{\partial \bar{\xi}}{\partial t} = \frac{\frac{\partial F_1}{\partial t} \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}} - \frac{\partial F_2}{\partial t} \frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}}}{\frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}} - \frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}}} \quad (\text{A.71})$$

由命题5的证明过程可知,共同分母式 $\frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}} - \frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}} < 0$ 。

继续求解 $\frac{\partial \bar{\xi}}{\partial t}$ 的分子式:

$$\begin{aligned} \frac{\partial F_1}{\partial t} \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}} - \frac{\partial F_2}{\partial t} \frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}} &= \frac{-Fk}{2t^2} (\varphi_1 + \varphi_2 \bar{\xi}) (c \bar{\xi} - \rho) \left( b + \rho \bar{\xi} - \frac{c}{2} \bar{\xi}^2 \right) + \frac{\varphi_2}{8} \left[ \varphi_2 (\rho - c \bar{\xi}) \left( b + \rho \bar{\xi} - \frac{c}{2} \bar{\xi}^2 + \frac{t}{2} \right) \frac{1}{2t} + Fk \right] \\ &= Fk \left[ \frac{\varphi_2}{8} - (\varphi_1 + \varphi_2 \bar{\xi}) (c \bar{\xi} - \rho) \left( b + \rho \bar{\xi} - \frac{c}{2} \bar{\xi}^2 \right) \right] - \frac{\varphi_2}{8} \left[ \varphi_2 (c \bar{\xi} - \rho) \left( b + \rho \bar{\xi} - \frac{c}{2} \bar{\xi}^2 + \frac{t}{2} \right) \frac{1}{2t} \right] \\ &= -Fk \left[ \frac{\varphi_2}{2t^2} \xi (c \bar{\xi} - \rho) \left( b + \rho \bar{\xi} - \frac{c}{2} \bar{\xi}^2 \right) - \frac{1}{8} \right] - Fk \left[ \frac{\varphi_2}{2t^2} (c \bar{\xi} - \rho) \left( b + \rho \bar{\xi} - \frac{c}{2} \bar{\xi}^2 \right) \right] \\ &\quad - \frac{1}{8} \left[ \frac{\varphi_2}{2t} (c \bar{\xi} - \rho) \left( b + \rho \bar{\xi} - \frac{c}{2} \bar{\xi}^2 + \frac{t}{2} \right) \right] \end{aligned} \quad (\text{A.72})$$

当b足够大时,上面的3个分项都为负,故 $\frac{\partial F_1}{\partial t} \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}} - \frac{\partial F_2}{\partial t} \frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}} < 0$ 。

同理可求 $\frac{\partial \xi}{\partial t}$ 分子式:

$$\begin{aligned} \frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial F_2}{\partial t} - \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial F_1}{\partial t} &= \left( \frac{\varphi_1 + \varphi_2 \bar{\xi}}{2t} \left[ -c \left( b + \rho \bar{\xi} - \frac{c}{2} \bar{\xi}^2 + \frac{t}{2} \right) + (\rho - c \bar{\xi})^2 \right] - Fk \right) \frac{\varphi_2}{8} \left( \frac{\varphi_2}{2} (\rho - c \bar{\xi}) + Fk \right) \frac{1}{2t^2} (\varphi_1 + \varphi_2 \bar{\xi}) (c \bar{\xi} - \rho) \left( b + \rho \bar{\xi} - \frac{1}{2} \bar{\xi}^2 \right) \\ &= -Fk \left( \frac{1}{2t^2} (\varphi_1 + \varphi_2 \bar{\xi}) (c \bar{\xi} - \rho) \left( b + \rho \bar{\xi} - \frac{1}{2} \bar{\xi}^2 \right) - \frac{\varphi_2}{8} \right) + \frac{\varphi_2 (\varphi_1 + \varphi_2 \bar{\xi})}{16t} c \left( b + \rho \bar{\xi} - \frac{c}{2} \bar{\xi}^2 + \frac{t}{2} \right) + \frac{\varphi_2 (\varphi_1 + \varphi_2 \bar{\xi})}{16t^2} (c \bar{\xi} - \rho)^2 \left[ 4 \left( b + \rho \bar{\xi} - \frac{1}{2} \bar{\xi}^2 \right) - t \right] \end{aligned} \quad (\text{A.73})$$

注意到 $a_i = b + \rho \bar{\xi} - \frac{c}{2} \bar{\xi}^2 - \frac{t}{2} > 0$ ,故 $b + \rho \bar{\xi} - \frac{c}{2} \bar{\xi}^2 > 0$ ,且b足够大时 $4 \left( b + \rho \bar{\xi} - \frac{1}{2} \bar{\xi}^2 \right) - t > 0$ 。上述3个分项里面,后两项都为正。

因此,当Fk足够小时, $\frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial F_2}{\partial t} - \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial F_1}{\partial t} > 0$ ,从而 $\frac{\partial \xi}{\partial t} < 0$ ;当Fk足够大时, $\frac{\partial F_1}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial F_2}{\partial t} - \frac{\partial F_2}{\partial \bar{\xi}} \frac{\partial F_1}{\partial t} < 0$ ,从而 $\frac{\partial \xi}{\partial t} > 0$ 。

(2)再考虑垄断市场结构,证明对于实际的信息收集强度,当Fk足够大时, $\xi^c > \xi^v$ ,垄断市场的收集强度高于寡头竞争市场;当Fk足够小时, $\xi^c < \xi^v$ ,寡头竞争市场的收集强度高于垄断市场。

垄断市场结构下两家企业会共同决定 $\xi_1$ 和 $\xi_2$ 以最大化联合利润,此时厂商最大化利润为:

$$\Pi = \Phi(\bar{a}_1, \xi_1, \bar{a}_1) + \Phi(\bar{a}_2, \xi_2, \bar{a}_2) - \frac{Fk}{2} (\xi_1 - \bar{\xi}_1)^2 - \frac{Fk}{2} (\xi_2 - \bar{\xi}_2)^2 \quad (\text{A.74})$$

$\xi_i$ 的一阶条件为:

$$\frac{\partial \Pi}{\partial \xi_i} = \Phi_2 \bar{a}_i - Fk (\xi_i - \bar{\xi}_i) \quad (\text{A.75})$$

$$\xi_i = \bar{\xi}_i + \frac{\Phi_2 \bar{a}_i}{Fk} \quad (\text{A.76})$$

$\bar{\xi}_i$ 的一阶条件为:

$$\frac{\partial \Pi}{\partial \bar{\xi}_i} = (\Phi_1 + \Phi_2 \xi_i) \frac{\partial \bar{a}_i}{\partial \bar{\xi}_i} + (\Phi_1 + \Phi_2 \xi_2) \frac{\partial \bar{a}_2}{\partial \bar{\xi}_i} + Fk (\xi_i - \bar{\xi}_i) = \left( \Phi_1 + \Phi_2 \left( \bar{\xi}_i + \frac{\Phi_2 \bar{a}_i}{Fk} \right) \right) \frac{\partial \bar{a}_i}{\partial \bar{\xi}_i} + \left( \Phi_1 + \Phi_2 \left( \bar{\xi}_2 + \frac{\Phi_2 \bar{a}_2}{Fk} \right) \right) \frac{\partial \bar{a}_2}{\partial \bar{\xi}_i} + \Phi_2 \bar{a}_i \quad (\text{A.77})$$

考虑对称解,有 $\bar{\xi}_1 = \bar{\xi}_2 = \bar{\xi}^v$ 。由前面的证明,在寡头竞争下,将等式(A.49)代入(A.48),可得

$$\left( \Phi_1 + \Phi_2 \left( \bar{\xi}_i + \frac{\Phi_2 \bar{a}_i}{Fk} \right) \right) \frac{\partial \bar{a}_i}{\partial \bar{\xi}_i} + \Phi_2 \bar{a}_i = 0 \quad (\text{A.78})$$

故当 $\bar{\xi} = \bar{\xi}^v$ 时,

$$\frac{\partial \Pi}{\partial \bar{\xi}_i} = \left( \Phi_1 + \Phi_2 \left( \bar{\xi}_i + \frac{\Phi_2 \bar{a}_i}{Fk} \right) \right) \frac{\partial \bar{a}_i}{\partial \bar{\xi}_i} = \left( \Phi_1 + \Phi_2 \left( \bar{\xi}_i + \frac{\Phi_2 \bar{a}_i}{Fk} \right) \right) \frac{a_{i2}}{2t} (c \bar{\xi}^v - \rho) > 0 \quad (\text{A.79})$$

因此,在 $\bar{\xi}_i = \bar{\xi}_2 = \bar{\xi}^v$ 处,垄断模型的边际利润是增函数,故 $\bar{\xi}^c > \bar{\xi}^v$ 。

注意到 $\bar{\xi}^c = \bar{\xi}^c + \frac{\Phi_2 \bar{a}}{Fk}$ , $\bar{\xi}^v = \bar{\xi}^v + \frac{\Phi_2 \bar{a}}{Fk}$ ,且已知 $\bar{\xi}^c > \bar{\xi}^v$ 。故 $\bar{\xi}^c$ 与 $\bar{\xi}^v$ 的大小,取决于 $L(\bar{\xi}) = \bar{\xi} + \frac{\Phi_2 \bar{a}}{Fk}$ 在 $[\bar{\xi}^v, \bar{\xi}^c]$ 上的单调情况。

$$L(\bar{\xi}) = \bar{\xi} + \frac{\Phi_2 \bar{a}}{Fk} = \bar{\xi} + \frac{\Phi_2}{Fk} \left( \frac{1}{2} \left( b + \rho \bar{\xi} - \frac{c}{2} \bar{\xi}^2 \right) - \frac{t}{8} \right) \quad (\text{A.80})$$

$$L(\bar{\xi}) = 1 - \frac{\Phi_2}{2Fk}(c\bar{\xi} - \rho), \text{ 由于 } c\bar{\xi} - \rho > 0 \quad (\text{A.81})$$

当  $Fk$  足够小时,  $L(\bar{\xi}) < 0$ ,  $L(\bar{\xi})$  在  $[\bar{\xi}^p, \bar{\xi}^c]$  上递减, 从而  $\xi^c < \xi^p$ ;

当  $Fk$  足够大时,  $L(\bar{\xi}) > 0$ ,  $L(\bar{\xi})$  在  $[\bar{\xi}^p, \bar{\xi}^c]$  上递增, 从而  $\xi^c > \xi^p$ 。

#### 14. 正文第四部分(二)中隐私保护投资水平不可观测情况下模型求解

假设厂商宣称的信息保护投资水平为  $\bar{I}$ , 实际的信息收集强度为  $I$ , 从而影响  $c$ , 且  $c'(I) < 0$ 。消费者无法获知厂商的实际信息收集强度  $I$ , 他们简单基于厂商的宣传值  $\bar{I}$  做决策。同样假设信息收集水平是外生的, 不论是寡头竞争还是垄断情形下, 均为  $\xi_1 = \xi_2 = \xi$ 。

若消费者  $x$  在企业 1 处选择商业活动数量  $a_x$ , 则其效用为:

$$U_x^1 = a_x(b - tx) - \frac{1}{2}a_x^2 + \beta\bar{a}_1 + a_x \left( \rho\xi_1 - \frac{c(\bar{I}_1)}{2}\xi_1^2 \right) \quad (\text{A.82})$$

若其在企业 2 处选择商业活动数量  $a_x$ , 则其效用为:

$$U_x^2 = a_x(b - t(1-x)) - \frac{1}{2}a_x^2 + \beta\bar{a}_2 + a_x \left( \rho\xi_2 - \frac{c(\bar{I}_2)}{2}\xi_2^2 \right) \quad (\text{A.83})$$

与厂商的实际信息收集强度不可观测下的情况类似, 厂商虚假宣传被发现的概率为  $k(I - \bar{I})$ , 被发现之后受到的处罚为  $F(I - \bar{I})$ 。因此, 厂商受到的期望处罚为  $Fk((I - \bar{I}))^2$ 。参数  $Fk$  代表了监管力度, 值越大代表监管越严。厂商偏离的越多, 被发现的概率越大, 受到的处罚也越大。为了体现其经济学意义, 这里我们假设监管力度值  $Fk$  不会太小。

故而厂商利润为:

$$\Pi_i = \Phi(\bar{a}_i, \xi, \bar{a}_i) - I_i - \frac{Fk}{2}((I_i - \bar{I}_i))^2 \quad (\text{A.84})$$

注意到消费者效用是个人信息保护投资水平的单调函数, 这种单调性会极大简化本章节的分析。与上文信息收集均衡状态的推导类似, 给定两家数字企业宣称的数据保护投资  $(\bar{I}_1, \bar{I}_2)$ , 均衡时  $\bar{a}_1, \bar{a}_2$ , 和  $\hat{x}$  分别由下述三式决定:

临界消费者位置:

$$\hat{x} = \frac{1}{2} - \frac{\xi^2}{4t}(c(\bar{I}_1) - c(\bar{I}_2)) \quad (\text{A.85})$$

企业 1 的总商业活动为:

$$\bar{a}_1 = \int_0^{\hat{x}} a_{x1} dx = \int_0^{\hat{x}} b - tx + \left( \rho\xi - \frac{c(\bar{I}_1)}{2}\xi^2 \right) dx = \bar{a}_1(\bar{I}_1, \bar{I}_2) \quad (\text{A.86})$$

企业 2 的总商业活动为:

$$\bar{a}_2 = \int_{\hat{x}}^1 b - t(1-x) + \left( \rho\xi - \frac{c(\bar{I}_2)}{2}\xi^2 \right) dx = \bar{a}_2(\bar{I}_1, \bar{I}_2) \quad (\text{A.87})$$

厂商选择宣称的  $\bar{I}_i$  和真实的  $I_i$  由企业最优化问题的一阶条件决定:

$$0 = \Phi_1 \frac{\partial \bar{a}_i}{\partial \bar{I}_i} + \Phi_2 \frac{\partial \xi_i \bar{a}_i}{\partial \bar{I}_i} + Fk((I_i - \bar{I}_i)) \quad (\text{A.88})$$

$$1 = Fk((I_i - \bar{I}_i)) \quad (\text{A.89})$$

上述两式合并可得:

$$\Phi_1 \frac{\partial \bar{a}_i}{\partial \bar{I}_i} + \Phi_2 \frac{\partial \xi_i \bar{a}_i}{\partial \bar{I}_i} = 1 \quad (\text{A.90})$$

可以发现等式(A.90)与基准模型中的等式(20)完全相同。均衡时两家企业宣称的数据保护投资  $(\bar{I}_1, \bar{I}_2)$  由等式(A.90)决定。而等式(A.89)可以整理为  $I_i = \bar{I}_i - \frac{1}{Fk}$ , 表明厂商实际的隐私保护投资水平总是低于其宣称的隐私保护投资水平。且监管力度越大, 实际值相对于宣称值的偏离程度越低。故而基准模型中的结论依旧成立。命题 7 证毕。

对于垄断模型, 两企业共同选择  $I_i, \bar{I}_i$  以最大化联合利润。一阶条件为:

$$\Phi_1 \left( \frac{\partial \bar{a}_i}{\partial \bar{I}_i} + \frac{\partial \bar{a}_j}{\partial \bar{I}_i} \right) + \Phi_2 \left( \xi_i \frac{\partial \bar{a}_i}{\partial \bar{I}_i} + \xi_j \frac{\partial \bar{a}_j}{\partial \bar{I}_i} \right) = 1 \quad (\text{A.91})$$

同样地考虑对称解, 我们可以得到与基准模型类似的结论, 即命题 8。