隐私偏好、差异化定价与消费者信息保护政策*

邵小快　　郑捷

摘要

在保护消费者信息的基础上如何充分发挥数据价值，对于我国数字经济的健康发展至关重要。本文在水平差异化双寡头模型（Hotelling）的基础上，引入消费者对隐私转让偏好的异质性以及厂商通过获取隐私信息来获利的可能性，来分析均衡的隐私协议策略及福利影响。双寡头可通过对消费者是否披露个人隐私来实施差异化定价，消费者根据相对价格来选择购买品牌，并根据隐私协议决定是否向企业提供个人隐私信息。本文结果表明：（1）让所有客户都不披露隐私的协议是严格被占优策略；（2）当消费者信息对厂商的价值超过消费者暴露隐私所遭受的损失时，通过对不披露隐私的消费者设置威慑性高价来“引致所有消费者自愿披露隐私”是一个对称均衡；（3）当隐私的价值低于披露隐私的损失时，通过价格机制，让在意和不在意隐私损失的消费者分别自愿选择不披露和披露个人隐私（“区别对待”），是占优策略均衡。此外，相较于“强制保护”、“不保护”或“禁止区别对待”类的“一刀切”式的隐私政策，允许区别对待并通过自由市场所确定隐私政策能够提高资源配置效率。

关键词：消费者隐私、自愿披露、水平差异化、差异化定价、隐私协议、信息保护政策

---

* 邵小快，北京外国语大学国际商学院，邮政编码：100089，电子信箱：shaoxiaokuai@bfsu.edu.cn；郑捷（通讯作者），清华大学经济管理学院，邮政编码：100084，电子信箱：zhengjie@sem.tsinghua.edu.cn。本文是国家自然科学基金青年项目“水平差异化模型（Hotelling）的拓展及其在平台反垄断中的应用：归属和隐私策略如何影响对市场势力的界定”（项目号：72103024）；国家自然科学基金面上项目“竞赛问题中时序规则与信息结构的联合优化设计-理论基础、实验证据与政策分析”（项目号：72073080）以及“自我控制与参照依赖现象的理论基础、实验设计、与政策分析-动态经济行为研究的行为经济学视角”（项目号：71873074）的阶段性研究成果。本文感谢“第四届互联网与数字经济论坛（2022）”及其参会专家的宝贵建议。

隐私偏好、差异化定价与消费者信息保护政策

摘要

在保护消费者信息的基础上如何充分发挥数据价值，对于我国数字经济的健康发展至关重要。本文在水平差异化双寡头模型（Hotelling）的基础上，引入消费者对隐私转让偏好的异质性以及厂商通过获取隐私信息来获利的可能性，来分析均衡的隐私协议策略及福利影响。双寡头可通过对消费者是否披露个人隐私来实施差异化定价，消费者根据相对价格来选择购买品牌，并根据隐私协议决定是否向企业提供个人隐私信息。本文结果表明：（1）让所有客户都不披露隐私的协议是严格被占优策略；（2）当消费者信息对厂商的价值超过消费者暴露隐私所遭受的损失时，通过对不披露隐私的消费者设置威慑性高价来“引致所有消费者自愿披露隐私”是一个对称均衡；（3）当隐私的价值低于披露隐私的损失时，通过价格机制，让在意和不在意隐私损失的消费者分别自愿选择不披露和披露个人隐私（“区别对待”），是占优策略均衡。此外，相较于“强制保护”、“不保护”或“禁止区别对待”类的“一刀切”式的隐私政策，允许区别对待并通过自由市场所确定隐私政策能够提高资源配置效率。

关键词：消费者隐私、自愿披露、水平差异化、差异化定价、隐私协议、信息保护政策

一、引言

在数字经济时代，数据逐渐成为一种不可或缺的生产要素。作为大数据的重要组成部分，消费者个人信息对经济主体的决策制定具有重大的参考价值。一方面，获取消费者个人信息能使厂商更好地研判市场需求趋势，促进其提供更能匹配消费者需求的产品和服务；但另一方面，隐私侵犯和信息泄露所滋生的问题备受争议。鉴于此，国内外纷纷出台相关规定，如 GDPR 和 TFEU Article 102 等，来对厂商获取消费者个人信息的行为进行约束。2021 年，我国颁布《国务院反垄断委员会关于平台经济领域的反垄断指南》，对“大数据杀熟”行为进行了明确的约束。①同年 8 月 20 日，十三届全国人大常委会第三十次会议表决通过了《中华人民共和国个人信息保护法》（以下简称《个人信息保护法》）并于 2021 年 11 月 1 日起实施，进一步为我国数字经济的健康发展提供了一定的制度保障。

如何权衡发挥数据价值与消费者信息保护之间的关系，是一个备受争议的政策议题。例如，新颁布的《个人信息保护法》构建了“告知-同意”为核心的个人信息处理规则，允许双方在公开透明的环境下，对个人信息的处置进行协商。②这样，除了加强对消费者信息权益的保障，并对厂商基于购买历史实施价格歧视的行为进行限制之外，《个人信息保护法》也赋予了交易双方在处理隐私信息方面一定的灵活空间。但与此同时，该政策也强调信息处理过程的“公平”和“公正”原则，特别是不得在交易价格等条件方面实行“**不合理**”的“差别待遇”。③本文进一步从理论上探讨了在自愿披露的前提下，竞争厂商是否以及在什么条件下会制定“差别待遇”的隐私协议，并比较了“差别待遇”与“一刀切”对社会福利的不同影响。

既然消费者个人隐私信息是宝贵的生产要素，则可视其为一种初始所有权归消费者的可交易商品。消费者暴露其隐私虽导致一定的损失，但厂商可通过向消费者出售产品，并依据消费者是否同意厂商获取个人隐私，来对消费者进行补偿。这样一桩“产品-隐私”的互惠交易，在自愿的前提下势必会充分发挥数据这一生产要素的潜力。然而，厂商是否应对购买自身产品的客户，在隐私协议上实行区别对待，以及什么样的“差别待遇”属于“合理”的范畴，目前尚未存在明确的答案。本文考察竞争企业通过对消费者是否披露个人隐私实施差异化定价，消费者根据不同价格来选择购买品牌并决定是否披露隐私，来分析均衡的隐私协议策略及其对社会福利的影响。本文认为，相比起较为僵化的“一刀切”式的隐私规定，允许厂商在征求消费者同意和自愿的基础上，根据市场形势并利用价格机制来实现的隐私协议更为灵活，并有助于提高资源配置效率。

在以往针对消费者隐私和价格歧视的研究中，多数文献所回答的问题基于以下两个维度：厂商是否获取消费者隐私；如果获取了隐私，如何基于消费者对产品的偏好（如支付意愿）

---

① “基于大数据和算法，根据交易相对人的支付能力、消费偏好、使用习惯等，实行差异性交易价格或者其他交易条件”。

② 《中华人民共和国个人信息保护法》第十四条规定：“基于个人同意处理个人信息的,该同意应当由个人在充分知情的前提下自愿、明确作出”。

③ 《中华人民共和国个人信息保护法》第二十四条：“个人信息处理者利用个人信息进行自动化决策,应当保证决策的透明度和结果公平、公正,不得对个人在交易价格等交易条件上实行不合理的差别待遇。”

实施价格歧视。然而，仅从上述维度无法完美解释消费者隐私被获取和厂商利用隐私获利之间的关系，以及该关系如何会影响竞争厂商策略性地设计隐私协议。本文关注厂商与消费者之间，在合法与自愿的前提下，围绕着“隐私-产品”这对交易，来权衡消费者隐私保护和充分利用隐私发挥其社会价值之间的关系，以此来将厂商的隐私协议设计过程内生化。由于隐私信息对厂商而言属于数据生产要素，因此厂商就有动机从消费者手中购买这件“隐私商品”。厂商不仅在产品市场上面临竞争，同时在获取消费者信息的维度也存在竞争。在本文的设定中，消费者向厂商购买产品而获得效用，厂商利用产品交易的过程，向愿意披露和不愿意披露隐私的消费者提供不同产品价格，使消费者自愿选择产品品牌和披露决策。与此同时，价格和隐私协议的设计，还取决于竞争对手的策略。特别地，本文强调，消费者的隐私披露决策是通过价格机制来实现的。例如，现实中假如我们事后观察到隐私没有被获取，实际上可被理解为消费者在面临一组价格下理性选择了其中不披露隐私所对应的价格（均衡路径）——消费者没有选择披露隐私，是因为非均衡路径（off-equilibrium path）下的定价还不足以吸引消费者放弃个人隐私。

为了考察企业如何在竞争环境中，通过价格机制引致消费者作出隐私披露和产品购买决定，本文采用了水平差异化双寡头模型：双寡头企业销售水平差异化的产品从而形成自身品牌，每个消费者具有单位需求，在两个品牌中进行购买选择。企业不仅可从产品销售中获利，若购买其产品的客户自愿披露其个人信息，企业还会从这些信息中获利。在进行产品交易时，每个企业向决定披露个人信息的消费者提供一个价格，向决定不披露个人信息的消费者提供另一个价格。消费者根据每个厂商所提供的价格组合和对应的隐私协议，来选择要购买的品牌并决定是否转让隐私信息。

现实中，消费者处境不同，不同消费者对暴露个人隐私的感受存在一定的异质性。本文假设存在两类消费者，一类消费者较为在意个人隐私——若他们的隐私被转让，则遭受某个水平的负效用；另一类消费者完全不在意个人隐私。假设厂商只能对是否披露隐私的行为实施差异化定价，不能根据对产品的支付意愿实施差异化定价。因此，每个厂商通过设定一个价格组合，使购买产品的客户自愿选择是否披露隐私。这样，披露行为可分为三种情形：（1）对披露和不披露隐私的消费者分别实施低价和高价，且二者差别不超过暴露隐私对消费者的损失时，此时两类消费者会分别做出披露和不披露这样不同的选择。我们将该隐私协议所导致的情形称其为“区别对待”；（2）若对不披露隐私的消费者所提供的价格，相较于披露隐私时面临的价格而言过高，且大于暴露隐私对消费者产生的损失时，则导致所有消费者都自愿披露隐私。我们可将该隐私协议总结为：但凡购买，则要“一律披露”；（3）相反，若对披露隐私的消费者提供的价格，比对不披露隐私的消费者所提供的价格更高，则显然所有消费者都不会选择披露隐私。此时对应的情形称为“一律不披露”。

在第一阶段，企业同时宣布并承诺其隐私协议；第二阶段同时制定满足其隐私协议的价格组合；第三阶段消费者做出产品购买决策（并遵守其选择的品牌所承诺的隐私协议）。本

文证明：制定让所有客户都不披露隐私的“一律不披露”协议，一定是被占优策略；当消费者信息对企业的价值超过消费者暴露隐私所遭受的损失时，为披露隐私的消费者提供极具吸引力的价格使得所有消费者都自愿披露隐私，是一个对称均衡；当隐私对厂商的价值低于消费者转让隐私的代价时，双寡头不会选择“一律不披露”协议，而是会将价格组合调整至一定幅度来实施对称且更为灵活的“区别对待”协议，此时在意隐私的消费者不披露隐私，不在意隐私的消费者披露隐私。[①]

相比起“强制保护”的隐私政策（即政府严格禁止厂商获取消费者隐私），以及“无保护政策”（厂商可自动免费获取消费者隐私），以及“禁止区别对待”（即不允许厂商对不同的隐私披露行为实施区别定价），本文中允许双寡头自由选择其隐私协议所产生的最高可能的均衡福利，一定不低于这三类“一刀切”式的隐私规定。这是因为“一刀切”式的隐私规定阻止了厂商与消费者进行隐私交易从而达到“互惠”的可能性，一方面无法使个人信息发挥其价值；另一方面禁止价格歧视的行为，难以同时满足不同消费者对隐私的不同偏好。所以，僵化的隐私规定会扭曲资源配置效率，而灵活的隐私政策可达到社会最优状态。

相比起以往研究而言，本文的特色在于，从买方层面而言，具有二维异质性偏好的消费者可以自由选择品牌购买以及是否披露个人隐私；从卖方角度而言，竞争厂商在透明、自愿和竞争的环境下制定隐私协议。这样，均衡隐私策略的形成，内生取决于双寡头在产品市场上的价格竞争。

本文的后续安排如下：第 2 部分介绍相关研究进展；第 3 部分构建模型；第 4 部分分析市场均衡结果及其性质——即允许厂商通过价格设定来让消费者自愿选择隐私协议；第 5 部分将本文所得的均衡福利与某些基准政策（即几类“一刀切”式的规定）下的福利进行对比。第 6 部分总结全文。

二、相关文献

近年来随着数字经济的兴起，出现了大量与隐私信息相关的研究。然而，保护或披露隐私策略，及其对社会福利的影响，并没有统一的结论，很大程度上取决于模型的选择及其对应的市场竞争结构（Taylor 和 Wagman，2014；Acquisti，Taylor 和 Wagman，2016）。本文的特色在于允许双寡头厂商通过为披露和不披露隐私的消费者在售卖产品时提供差异化价格，利用价格机制来研究如何策略性地提供隐私协议。因此，本文中厂商实施的差异化的定价，是为了引致消费者不同的披露行为，这与在产品市场上实施基于消费者支付意愿所实施价格歧视（如 Villas-Boas，1999；Fudenberg 和 Tirole，2000 等）的研究，既有相似也有相异之处。

[①] 在一定参数条件的限制下，由于可实施的策略有限。此时在多重均衡发生时，存在“一家实施区别对待，而另一家实施一律不披露”这样的非对称均衡的可能性。但是，在所有可能的隐私协议都能实施的参数范围内，“双方都实施区别对待”一定是唯一的占优均衡。

相较于不披露隐私的消费者，厂商为主动披露隐私的消费者提供更低的价格，该机制及其福利含义与垄断情形下基于支付意愿所实施的一级价格歧视的效果有相似之处。如 Acquisti，Taylor 和 Wagman（2016）认为，若垄断厂商为提供估值信息的客户设置自定义价格（略低于个体估值），为不提供支付意愿信息的客户（匿名市场）设置统一价格，则均衡下匿名市场上的高价起到了有效的威胁，使得所有消费者都愿意披露，由此扩大了交易量并使社会福利得到最大化。Conitzer，Taylor 和 Wagman（2012）考虑了垄断厂商基于对重复购买的消费者设置高价的可能性（即所谓“大数据杀熟”），但消费者可以通过发生一定的成本来阻止厂商获取个人购买的历史记录，以避免价格歧视。但 Conitzer，Taylor 和 Wagman（2012）认为，由于消费者具有前瞻性，厂商也会克制过度“杀熟”以阻止消费者减少初始的购买意愿。从厂商竞争的角度来说，Chen，Choe 和 Matsushima（2020）认为，企业虽然对披露隐私的消费者实施价格歧视，但企业间也会对这部分客户展开竞争，所以在有些情况下，双寡头反而有动机向不披露隐私的消费者提供更低的价格。

厂商的隐私策略和区别定价行为会随竞争环境而变。对于水平差异化（Hotelling）模型而言，Taylor 和 Wagman（2014）认为相比起单一定价模式，若企业对不同位置偏好的消费者实施价格歧视，则对位置相对居中的“非忠实”客户更有利。Montes，Sand-Zantman 和 Valletti（2019）在水平差异化模型中引入数据提供商的角色，双寡头通过数据商购买消费者信息。消费者可通过一定努力（隐藏浏览历史）来避免信息被数据提供商获取。为了削弱双寡头之间的竞争并提高出售数据的利润，数据提供商会选择一个非对称策略，即只为一家企业提供老客户的数据，使其可根据历史记录实施价格歧视，同时另一家没有数据的企业可在匿名市场上设定高价。与此类似的是，Bounie，Dubus 和 Waelbroeck（2021）的研究发现，数据提供商会对消费者信息有所保留，只会把支付意愿较高的消费者信息卖给其中一家企业，以弱化双寡头之间的竞争。Choe，King 和 Matsushima（2018）考察了双寡头根据第一期消费者的购买行为在第二期实施价格歧视的可能性。Jentzsch，Sapi 和 Suleymanova（2013），Liu 和 Serfes（2006），Kim 和 Choi（2010）等考虑了双寡头之间的信息分享策略。

对于垂直差异化模型而言，Casadesus-Masanell 和 Hervas-Drane（2015）考虑了双寡头分别在产品和隐私市场上的竞争策略，并认为会出现一家企业为获取信息而补贴消费者，同时对手会提高产品质量而设置高价这样一种非对称均衡。李三希，武玙璠，鲍仁杰（2021）在垂直差异化市场中引入消费者对质量偏好的异质性，双寡头对披露偏好的消费者提供自定义价格，否则设置统一定价。在均衡状态下，对质量偏好较低（高）的消费者会购买低（高）质量产品。

企业获取消费者隐私信息对社会福利有何影响，研究结论存在较大的差异。Acquisti，Taylor 和 Wagman（2016）认为通过获取隐私所实施的一级价格歧视使社会福利得到最大化。Montes，Sand-Zantman 和 Valletti（2019）认为数据提供商为了削弱双寡头的竞争而提高数据出售利润和厂商定价水平，实施“独占交易”，因此要提高社会总福利，关键在于限制独占

交易。Casadesus-Masanell 和 Hervas-Drane（2015）发现相比起垄断的情形，寡头竞争下消费者的隐私能被得到更好的保护。李三希，武玛璠，鲍仁杰（2021）认为，在无个人信息保护的环境下，社会福利最高，其次是自愿性个人信息保护政策，而强制性个人信息保护时的社会福利最低。Shy 和 Stenbacka（2016）在测度隐私保护程度时，将双寡头分享消费者信息的可能性也考虑在内，并认为总福利一定随消费者隐私的保护程度而递增。但是在完全保护隐私的情况下，企业间的竞争被弱化，反而使消费者利益受损。Chen，Choe 和 Matsushima（2020）则认为，若消费者有能力保护个人隐私并防止被价格歧视，这样反而会削弱企业间的竞争，使得匿名市场上的统一定价较高，总福利较低。Ichihashi（2020）引入多产品市场，假设企业不仅可利用消费者隐私信息实施价格歧视，还能为消费者推荐个性化产品，而后者有利于提高社会福利。研究结果表明，相较于单一产品的情况而言，当考虑到多产品的市场环境后，信息披露的不足扭曲了资源配置。Hoffmann，Inderst 和 Ottaviani（2020）研究了选择性的信息披露行为在隐私管制政策中的应用。Choi，Jeon 和 Kim（2019）以及 Garratt 和 Van Oordt（2021）从“负外部性”（即部分消费者披露个人信息会导致厂商间接推断出其他不披露隐私的消费者或者非用户群体的个人信息）的角度，发现即使赋予消费者对个人信息的自主选择权，也未必导致社会最优的结果。汪敏达，李建标和陈志斌（2022）认为，个人信息保护提高了消费者福利，但也可能消耗社会资源。

还有一些研究从其他侧面考察了保护消费者隐私和经济效率之间的权衡关系。汪敏达，李建标和陈志斌（2022）结合理论和实验的方法，考察了消费者是否愿意做出一定牺牲来保护个人信息，及其对社会福利的影响。Dengler 和 Prüfer（2021）和郑捷（2021）从算法推荐的角度来关注消费者隐私和价格歧视问题。程啸（2018）从法律层面讨论了消费者隐私保护问题。Acquisti，Taylor 和 Wagman（2016），以及汪敏达和李建标（2022）详细讨论了有关隐私经济学的相关研究进展。对数据生产要素相关研究的分析，可参见徐翔，厉克奥博和田晓轩（2021）。

三、模型设定

假设存在一单位无数个的消费者，其对品牌的偏好均匀分布于区间 $x \in [0,1]$ 上。厂商 A 和 B 出售横向差异化的产品，其产品分别定位于 $x = 0$ 和 $x = 1$，即区间的两端。产品的异质性程度由参数 t 表示：对于一位其理想产品的定位为 x 的消费者而言，若购买产品 A，则产生负效用 $-tx$；若购买产品 B，则产生负效用 $-t(1-x)$。每个消费者具有单位需求，要么购买一单位产品 A，或者购买一单位产品 B。①消费者购买产品时，其隐私可能会被厂商所获取。假设消费者对个人隐私被获取的感受存在异质性：有 $\lambda \in [0,1]$ 比例的消费者较为在意个

① 在 Hotelling 模型全覆盖的假设下，可以避免讨论交易量对福利的影响，从而重点关注企业如何在竞争中策略性地与客户进行隐私和产品交易。Taylor 和 Wagman（2014）比较了包括水平差异化模型在内的四种寡头垄断模型，并发现对于消费者隐私问题而言，采用不同的寡头模型会得到不同的福利结论。

人隐私，在这些人中，每个人若披露个人信息则导致$\delta \geq 0$的负效用；其余$1-\lambda$比例的消费者完全不在意个人隐私，每个人披露个人隐私的负效用标准化为 0。[①]假设消费者对隐私的偏好与对产品 A 和 B 的偏好x无关。[②]

在一个厂商和一位消费者的一桩交易中，厂商不仅可以获得产品单价，若该消费者的个人隐私信息被厂商所获取，则该信息可为厂商带来r的价值。在进展至第 5 部分（与其他基准政策进行福利比较）之前，我们假设消费者的隐私披露行为必须是自愿的。[③]为了刻画出消费者能被赋予自愿选择是否披露个人隐私这样的权利，我们假设每个厂商可以为披露和不披露隐私的消费者提供不同的产品价格，消费者根据双方提供的价格组合，自愿选择购买哪家的产品，以及是否披露个人隐私。这样，若厂商想获取消费者信息，就需要为披露信息的消费者提供更具有吸引力的价格，使某些消费者为购买更便宜的产品而放弃个人隐私，此时双方就可以达成一个自愿和互惠的交易。[④]具体来说，对于与 A 交易的客户而言，如果选择不披露个人隐私信息，则消费者需要支付的产品价格记为p_{A0}；若披露个人信息，则需支付的价格为p_{A1}。类似地，若消费者购买产品 B，不披露隐私和披露隐私的价格分别为p_{B0}和p_{B1}。

对于一个位于x的消费者而言，其不仅要决定是购买产品 A 还是 B，还要决定是否要披露个人隐私，这样每个消费者一共有四个选择：

$$\begin{cases} u_{A0}(\text{购买产品}A\text{且不披露隐私}) = -tx - p_{A0} \\ u_{A1}(\text{购买产品}A\text{且披露隐私}) = -tx - p_{A1} - I \cdot \delta \\ u_{B0}(\text{购买产品}B\text{且不披露隐私}) = -t(1-x) - p_{B0} \\ u_{B1}(\text{购买产品}B\text{且披露隐私}) = -t(1-x) - p_{B1} - I \cdot \delta \end{cases} \tag{1}$$

其中，I为指标函数：对于λ比例在意隐私的消费者而言，$I=1$；对于其余$1-\lambda$不在意隐私的消费者而言，$I=0$。

假设该博弈分为三个阶段：在第一阶段，双寡头同时推出各自的隐私协议；第二阶段，双寡头同时制定价格；在第三阶段，消费者做出购买决定。

基于对消费者隐私偏好服从二元分布这样的设定——消费者披露个人隐私所产生的负效用要么是$\delta > 0$，要么是 0，因此同类消费者会做出相同的隐私披露决策。[⑤]这样，对应的

---

① 下文中，我们重点关注$\lambda \in (0,1)$以及$\delta > 0$的情况。否则，但凡两个参数中有任意一个参数取区间端点值时，就意味着消费者在隐私感受方面不再存在异质性。附录 B 考察了向 A 和 B 披露隐私导致的负效用不同即$\delta_A \neq \delta_B$时的情形。

② 在基于 Hotelling 模型的理论研究中，往往假设消费者偏好服从均匀分布或二元分布。前者属连续分布并限定密度函数取值恒定，后者属离散分布并限定类型数量为 2。两种设定各有优劣。本文在品牌偏好维度采用均匀分布，在隐私偏好维度采用二元分布。这样的设定有助于得到非常清晰干净的结果，并具有鲜明直观的政策含义。类似的假设也出现在以下研究中：如 Montes，Sand-Zantman 和 Valletti（2019）对新老客户的设定；Choi，Jeon 和 Kim（2019）对消费者信息内容外部性的设定；She 和 Stenbacka（2016）对消费者-产品匹配程度的设定；Garratt 和 Van Oordt（2021）对消费者保留效用的设定。

③ 在第 5 部分，我们将考虑“强制保护”或“不保护”等规定——在那样的环境下，消费者无法自主选择是否披露个人信息。

④ 如 Beresford，Kübler 和 Preibusch（2012）的实验结果表明，人们会为了享受折扣而提供个人信息

⑤ 注：本文的“区别定价”是针对隐私披露行为。假设厂商不能基于消费者的品牌偏好x实施价格歧视。

隐私协议可被清晰地归纳为三类:(1)在意隐私的消费者不披露隐私,不在意隐私的消费者披露隐私;(2)所有消费者都披露隐私;(3)所有消费者都不披露隐私。具体而言:

(1) 在购买产品 $i \in \{A, B\}$ 的消费者中,对隐私较为在意的消费者愿意支付价格 p_{i0} 以防止隐私被获取,而不在意隐私的消费者愿意支付价格 p_{i1} 并自愿披露隐私。对于前一类消费者而言,"不披露隐私好于披露隐私"所应满足的条件为 $-p_{i0} > -\delta - p_{i1}$;对于后一类消费者而言,披露隐私更划算意味着 $-0 - p_{i1} > -p_{i0}$。我们把"使不同消费者做不同的隐私披露决策"的隐私协议记为 nd 策略(即企业 i 的客户中既有披露隐私的,也有不披露隐私的)。结合两类消费者的选择,nd 协议对应的价格组合应满足的条件为 $0 < p_{i0} - p_{i1} < \delta$。对于隐私协议 nd 而言,两种价格 p_{i0} 和 p_{i1} 均被某些消费者所选择,因此这组价格可视为"均衡路径"策略。

(2) 若针对披露个人隐私的消费者所提供的价格 p_{i1} 非常具有吸引力时(比不披露隐私需要支付的价格 p_{i0} 低很多),会引致所有购买产品 i 的消费者都愿意披露个人隐私并选择支付价格 p_{i1}。我们将"购买企业 i 产品的消费者都披露隐私"的隐私协议记为 d 策略。此时,对于在意隐私的消费者而言,披露隐私要好于不披露的条件为 $-\delta - p_{i1} > -p_{i0}$;对于不在意隐私的消费者而言,披露隐私更划算意味着 $0 - p_{i1} > -p_{i0}$。因此,d 协议能够被实施所对应的价格组合应满足 $p_{i0} - p_{i1} > \delta$。对于隐私协议 d 而言,针对不披露隐私的消费者所制定的价格 p_{i0} 并没有被消费者所选择,属于一种"非均衡路径"下的策略。

(3) 相反,当披露隐私所支付的价格相较于不披露隐私对应的价格而言,吸引力不那么大时,会导致所有购买产品 i 的消费者都选择不披露隐私,将该协议记为 n 策略。对于在意隐私的消费者而言,不披露隐私好于披露隐私意味着 $-p_{i0} > -\delta - p_{i1}$;对于不在意隐私的消费者而言,不披露隐私更划算意味着 $-p_{i0} > -0 - p_{i1}$。所以,n 协议能被实施的价格组合应满足 $p_{i0} - p_{i1} < 0$。在隐私协议 n 下,针对披露隐私的消费者所制定的价格 p_{i1} 并没有被消费者所选择,属于非均衡路径策略。

这样,在博弈的第一阶段,双寡头同时在 $\{nd, d, n\}$ 中选择各自的隐私协议(一共 9 种策略组合);在第二阶段,双寡头同时制定价格 (p_{i0}, p_{i1});最后消费者做出购买决定并根据相应的隐私协议支付对应价格。

四、模型分析

4.1 消费者购买选择

由效用函数(1),每个消费者通过选择

$$\max\{u_{A0}, u_{A1}, u_{B0}, u_{B1}\}$$

来最大化效用。

为了求解每个企业的需求,需要找出上述四类选择中两两无差异的临界点。无论是否在

意个人隐私，对于“购买产品 A 且不披露隐私”与“购买产品 B 且不披露隐私”之间无差异的消费者位于

$$u_{A0}=u_{B0}\Leftrightarrow x_{00}(p_{A0},p_{B0})=\frac{1}{2}+\frac{p_{B0}-p_{A0}}{2t}$$

类似地，一个在“购买产品 A 且披露隐私”与“购买产品 B 且披露隐私”之间无差异的消费者位于

$$u_{A1}=u_{B1}\Leftrightarrow x_{11}(p_{A1},p_{B1})=\frac{1}{2}+\frac{p_{B1}-p_{A1}}{2t}$$

接下来，考虑“购买产品 A 且披露隐私”与“购买产品 B 且不披露隐私”之间无差异消费者的位置。对于λ比例在乎个人隐私的消费者而言，该无差异位置为

$$u_{A1}=u_{B0}\xrightarrow{I=1}x_{10}(p_{A1},p_{B0},\delta)=\frac{1}{2}+\frac{p_{B0}-p_{A1}}{2t}-\frac{\delta}{2t}$$

对于其余$1-\lambda$比例不在乎个人隐私的消费者而言，该无差异点的位置是

$$u_{A1}=u_{B0}\xrightarrow{I=0}x_{10}(p_{A1},p_{B0})=\frac{1}{2}+\frac{p_{B0}-p_{A1}}{2t}$$

类似地，“购买产品 A 且不披露隐私”与“购买产品 B 且披露隐私”无差异消费者的位置，也根据消费者是否在乎个人隐私分为两种情况。对于在意个人隐私的消费者而言，该无差异位置为

$$u_{A0}=u_{B1}\xrightarrow{I=1}x_{01}(p_{A0},p_{B1},\delta)=\frac{1}{2}+\frac{p_{B1}-p_{A0}}{2t}+\frac{\delta}{2t}$$

对于不在乎个人隐私的消费者而言，该无差异位置为

$$u_{A0}=u_{B1}\xrightarrow{I=0}x_{01}(p_{A0},p_{B1})=\frac{1}{2}+\frac{p_{B1}-p_{A0}}{2t}$$

4.2 定价决策

接下来，考虑给定第一阶段的隐私协议，第二阶段的最优定价策略。由于每个企业有三种可选的隐私策略，所有 9 种可能的策略组合由表 1 所示。表 1 中共包含 3 类对称的隐私协议组合(nd,nd)，(d,d)和(n,n)，以及 6 个不对称的隐私协议组合。

		B		
		nd	d	n
	nd	(nd,nd)	(nd,d)	(nd,n)
A	d	(d,nd)	(d,d)	(d,n)
	n	(n,nd)	(n,d)	(n,n)

表 1：隐私协议选择

对称协议(*nd,nd*)

当每个厂商都设置“区别对待”即nd协议时，购买每家产品的消费者，在意隐私的都

不披露隐私，不在意隐私的都披露隐私。此时两个厂商的利润最大化问题分别为

$$\max_{p_{A0},p_{A1}} \underbrace{\lambda p_{A0}x_{00}(p_{A0},p_{B0})}_{\text{在意且不披露隐私的客户所带来的利润}} + \underbrace{(1-\lambda)(p_{A1}+r)x_{11}(p_{A1},p_{B1})}_{\text{不在意且披露隐私的客户所带来的利润}}$$

以及

$$\max_{p_{B0},p_{B1}} \underbrace{\lambda p_{B0}\left[1-x_{00}(p_{A0},p_{B0})\right]}_{\text{在意且不披露隐私的客户所带来的利润}} + \underbrace{(1-\lambda)(p_{B1}+r)\left[1-x_{11}(p_{A1},p_{B1})\right]}_{\text{不在意且披露隐私的客户所带来的利润}}$$

此时，$\{p_{A0},p_{A1},p_{B0},p_{B1}\}$ 都是均衡路径策略，于是通过四个一阶导数条件可解得均衡价格和利润为

$$\begin{cases} p_{A0}^*(nd,nd)=t \\ p_{A1}^*(nd,nd)=t-r \end{cases},\ \begin{cases} p_{B0}^*(nd,nd)=t \\ p_{B1}^*(nd,nd)=t-r \end{cases},\ \pi_A^*(nd,nd)=\pi_B^*(nd,nd)=\frac{t}{2} \tag{2}$$

在均衡(2)中，每个在意隐私的消费者情愿选择价格 p_{i0}^* 而不是 p_{i1}^* 以保护个人隐私，对应的激励相容条件为

$$-p_{i0}^* > -\delta - p_{i1}^* \Leftrightarrow \delta > r \tag{3}$$

每个不在意隐私的消费者愿意选择价格 p_{i1}^* 并披露隐私，意味着

$$-p_{i1}^* > 0 - p_{i0}^* \Leftrightarrow t > t-r$$

在隐私信息对厂商来带的价值为正（$r>0$）的前提下，$-p_{i1}^* > 0 - p_{i0}^*$ 一定成立。所以，(nd,nd) 若是一个均衡，则 $\delta > r$ 是需要被满足的条件之一。

对称协议(d,d)

当不披露隐私所面对的价格远高于披露隐私所得到的“优惠价格”，且高出的幅度超过暴露隐私所带来的损失 δ 时，所有消费者都自愿选择披露隐私并享受更低的价格。即当 $p_{i0}-p_{i1} > \delta$ 时，企业的利润最大化问题为

$$\max_{p_{A1}}(p_{A1}+r)x_{11}(p_{A1},p_{B1}),\ \max_{p_{B1}}(p_{B1}+r)\left[1-x_{11}(p_{A1},p_{B1})\right]$$

在 (d,d) 策略组合下，最终被实现的均衡价格 (p_{A1}^*,p_{B1}^*) 是由一阶条件所得；没有被选择的价格 (p_{A0}^*,p_{B0}^*) 不是通过一阶导数条件所得，而是需要满足一定的条件，使得在均衡状态下所有消费者都不会选择这组价格，因此属于非均衡路径的“威慑性”价格。结合一阶导数条件和非均衡路径上的威慑条件 $p_{i0}-p_{i1} > \delta$，可得 (d,d) 协议下的均衡价格和利润为

$$\begin{cases} p_{A1}^*(d,d)=t-r \\ p_{A0}^*(d,d)>t-r+\delta \end{cases},\ \begin{cases} p_{B1}^*(d,d)=t-r \\ p_{B0}^*(d,d)>t-r+\delta \end{cases},\ \pi_A^*(d,d)=\pi_B^*(d,d)=\frac{t}{2} \tag{4}$$

在均衡(4)中，对于不披露隐私的消费者所制定的价格 (p_{A0}^*,p_{B0}^*) 较高（在 $\delta>0$ 的情况下被自动满足），使得消费者都愿意披露隐私并享受低价，属于有效的威慑。

对称协议(n,n)

当 $p_{i0}-p_{i1}<0$ 即披露隐私反而需要支付比不披露隐私更高的价格时，所有的消费者都

不会披露隐私，企业也不会得到隐私收益r。此时，均衡路径上的结果与基准 Hotelling 模型是一致的。企业利润最大化问题为

$$\max_{p_{A0}} p_{A0}x_{00}(p_{A0},p_{B0}),\ \max_{p_{B0}} p_{B0}\left[1-x_{00}(p_{A0},p_{B0})\right]$$

对p_{A0}和p_{B0}的两个一阶导数条件可得均衡路径价格；结合$p_{i0}-p_{i1}<0$可得非均衡路径价格。此时均衡结果为

$$\begin{cases}p^*_{A0}(n,n)=t\\ p^*_{A1}(n,n)>t\end{cases},\ \begin{cases}p^*_{B0}(n,n)=t\\ p^*_{B1}(n,n)>t\end{cases},\ \pi^*_A(n,n)=\pi^*_B(n,n)=\frac{t}{2}$$

其中，为了使该均衡满足“所有消费者都不披露隐私”，只需把披露隐私所支付的价格（非均衡路径）设置成一个高于t的水平即可。

非对称协议(d,n)&(n,d)

以(d,n)为例。(d,n)组合意味着 A 为不披露隐私的客户设置了较高的价格，使得购买 A 的客户都自愿披露隐私，即$p_{A0}-p_{A1}>\delta$成立。相反，B 为披露隐私的客户制定的价格缺乏吸引力，在$p_{B0}-p_{B1}<0$的条件下，购买 B 的客户都不会披露隐私。此时，双寡头利润最大化问题为

$$\max_{p_{A1}} \underbrace{\lambda(p_{A1}+r)x_{10}(p_{A1},p_{B0},\delta)}_{\text{在意且披露隐私的客户所带来的利润}}+\underbrace{(1-\lambda)(p_{A1}+r)x_{10}(p_{A1},p_{B0})}_{\text{不在意且披露隐私的客户所带来的利润}}$$

$$\max_{p_{B0}} \underbrace{\lambda p_{B0}\left[1-x_{10}(p_{A1},p_{B0},\delta)\right]}_{\text{在意且不披露隐私的客户所带来的利润}}+\underbrace{(1-\lambda)p_{B0}\left[1-x_{10}(p_{A1},p_{B0})\right]}_{\text{不在意且不披露隐私的客户所带来的利润}}$$

两个一阶条件，并结合$p_{A0}-p_{A1}>\delta$以及$p_{B0}-p_{B1}<0$可得

$$\begin{cases}p^*_{A1}(d,n)=t-\dfrac{\lambda\delta+2r}{3t}\\ p^*_{A0}(d,n)>p^*_{A1}(d,n)+\delta\end{cases},\ \begin{cases}p^*_{B0}(d,n)=t+\dfrac{\lambda\delta-r}{3t}\\ p^*_{B1}(d,n)>p^*_{B0}(d,n)\end{cases} \tag{5}$$

均衡利润为

$$\pi^*_A(d,n)=\frac{(\lambda\delta-r-3t)^2}{18t},\ \pi^*_B(d,n)=\frac{(\lambda\delta-r+3t)^2}{18t} \tag{6}$$

若(d,n)协议成立，需要使得每个厂商从单个消费者身上所获取的净利润不能为负。这意味着对于 A 而言，在每个客户身上所获利润为$p^*_{A1}+r$，因此$p^*_{A1}+r>0\Leftrightarrow\lambda\delta-r<3t$；对于 B 而言，在每位客户身上所获利润为$p^*_{B0}$，所以$p^*_{B0}>0\Leftrightarrow\lambda\delta-r>-3t$。所以，当

$$r-3t<\lambda\delta<r+3t \tag{7}$$

时，实施(d,n)这样的隐私协议组合是可行的。

基于对称性，互换 A 和 B 的均衡价格，则得到(n,d)的均衡结果（下文分析$(nd,n)\&(n,nd)$与$(nd,d)\&(d,nd)$时类似）。

非对称协议(nd,n)&(n,nd)

以(nd,n)为例，即购买 A 的消费者中，在意隐私的不披露隐私即$-p_{A0}>-\delta-p_{A1}$，不在意隐私的披露隐私即$-p_{A1}>-p_{A0}$；购买 B 的消费者，无论是否在意隐私，都不披露隐私即$p_{B0}-p_{B1}>\delta$。此时双方的利润最大化问题为

$$\max_{p_{A0},p_{A1}} \underbrace{\lambda p_{A0}x_{00}(p_{A0},p_{B0})}_{\text{在意且不披露隐私的客户所带来的利润}} + \underbrace{(1-\lambda)(p_{A1}+r)x_{10}(p_{A1},p_{B0})}_{\text{不在意且披露隐私的客户所带来的利润}}$$
$$\max_{p_{B0}} \underbrace{\lambda p_{B0}\left[1-x_{00}(p_{A0},p_{B0})\right]}_{\text{在意且不披露隐私的客户所带来的利润}} + \underbrace{(1-\lambda)p_{B0}\left[1-x_{10}(p_{A1},p_{B0})\right]}_{\text{不在意且不披露隐私的客户所带来的利润}}$$

此时，在意隐私的消费者未披露隐私，不在意隐私的消费者虽然披露了隐私，但其损失为 0，所以均衡路径的结果与隐私损失δ无关。根据三个一阶条件，可得均衡结果为

$$\begin{cases} p^*_{A0}(nd,n)=t-\dfrac{(1-\lambda)r}{6} \\ p^*_{A1}(nd,n)=t-\dfrac{(4-\lambda)r}{6} \end{cases}, \begin{cases} p^*_{B0}(nd,n)=t-\dfrac{(1-\lambda)r}{3} \\ p^*_{B1}(nd,n)>p^*_{B0}(nd,n) \end{cases} \tag{8}$$

均衡利润为

$$\pi^*_A(nd,n)=\frac{(1-\lambda)(5\lambda+4)r^2+24(1-\lambda)rt+36t^2}{72t}, \pi^*_B(nd,n)=\frac{\left[3t-(1-\lambda)r\right]^2}{18t} \tag{9}$$

此时，若均衡定价使得购买 A 的消费者满足隐私决策的激励相容条件，需要$-0-p^*_{A1}>-0-p^*_{A0}$（一定成立）以及$-0-p^*_{A0}>-\delta-p^*_{A1}\Leftrightarrow\delta>r/2$成立。

在(nd,n)组合成立的前提下，需要每个厂商在每个消费者身上所获得的利润为正，即对于 A 而言，$p^*_{A0}>0\Leftrightarrow(1-\lambda)r<6t$，同时$p^*_{A1}+r>0$一定成立。对于 B 而言，$p^*_{B0}>0\Leftrightarrow(1-\lambda)r<3t$。这样，$(nd,n)$组合被实施的可行范围为

$$(1-\lambda)r<3t,\ \ \delta>\frac{1}{2}r \tag{10}$$

非对称协议(nd,d)&(d,nd)

以(nd,d)为例。采取nd协议的厂商 A 的价格需要满足$0<p_{A0}-p_{A1}<\delta$，使得在意隐私的客户不披露隐私，不在意隐私的客户披露隐私。对于 B 而言，价格的设置应满足$p_{B0}-p_{B1}>\delta$使得无论消费者是否在意隐私，购买 B 的产品都需要披露隐私。此时双方的利润最大化问题为

$$\max_{p_{A0},p_{A1}} \underbrace{\lambda p_{A0}x_{01}(p_{A0},p_{B1},\delta)}_{\text{在意且不披露隐私的客户所带来的利润}} + \underbrace{(1-\lambda)(p_{A1}+r)x_{11}(p_{A1},p_{B1})}_{\text{不在意且披露隐私的客户所带来的利润}}$$
$$\max_{p_{B1}} \underbrace{\lambda(p_{B1}+r)\left[1-x_{01}(p_{A0},p_{B1},\delta)\right]}_{\text{在意且披露隐私的客户所带来的利润}} + \underbrace{(1-\lambda)(p_{B1}+r)\left[1-x_{11}(p_{A1},p_{B1})\right]}_{\text{不在意且披露隐私的客户所带来的利润}}$$

根据三个一阶条件可得均衡路径的定价。结合“购买 B 的消费者不会接受不披露隐私的价格”，可得双方均衡和非均衡路径定价为

$$\begin{cases} p_{A0}^{*}(nd,d) = t + \dfrac{3-\lambda}{6}(\delta - r) \\ p_{A1}^{*}(nd,d) = t - r - \dfrac{\lambda(\delta - r)}{6} \end{cases}, \begin{cases} p_{B1}^{*}(nd,d) = t - r - \dfrac{\lambda(\delta - r)}{3} \\ p_{B0}^{*}(nd,d) > p_{B1}^{*}(nd,d) + \delta \end{cases} \tag{11}$$

均衡利润为

$$\pi_{A}^{*}(nd,d) = \frac{\lambda(9-5\lambda)(\delta - r) + 24\lambda(\delta - r)t + 36t^{2}}{72t}, \pi_{B}^{*}(nd,d) = \frac{\left[3t - \lambda(\delta - r)\right]^{2}}{18t} \tag{12}$$

对于购买 A 的消费者而言，可验证在均衡定价下，不同消费者隐私披露行为需满足的激励相容条件为$\delta > r$。在$\delta > r$的前提下，厂商 A 从不披露隐私的客户所获取的单位收益$p_{A0}^{*} > 0$一定为正，从披露隐私的客户身上获取的单位收益为正需要满足$p_{A1}^{*} + r > 0 \Leftrightarrow \lambda(\delta - r) < 6t$。对于 B 的单位收益而言，需满足$p_{B1}^{*} + r > 0 \Leftrightarrow \lambda(\delta - r) < 3t$。这样，协议组合$(nd,d)$的可行范围为

$$\lambda(\delta - r) < 3t,\ \delta > r \tag{13}$$

4.3 隐私策略选择与子博弈完美均衡

最后，分析在第一阶段，双寡头如何以非合作的方式，以纯策略的方式采取某个隐私协议。每个厂商有$\{n,d,nd\}$三种可选的策略。给定t和r，均衡结果取决于(δ,λ)所构成的二维参数空间。通过比较第二阶段均衡利润，结合每种协议组合可实施的参数范围，可在3×3的收益矩阵即表 1 中求解纳什均衡。然而，表 1 中所示的 9 种组合，有些策略组合在某些参数条件下无法被实施，因此需要将参数空间拆分成不同的区域进行分情况讨论。

我们的分析策略是：首先，根据几种策略组合的可行范围，即(3)，(7)，(10)和(13)，把(δ,λ)所构成的二维空间拆分成 5 块区域；然后，在每一块区域，通过比较第二阶段均衡利润，确定表 1 中双方的最佳回应策略。值得一提的是，在某些参数范围内，并非所有 9 种策略组合都能被选择，使得此时的均衡结果是因厂商的选择范围受限而导致。因此，为了凸显隐私协议选择的内生性，我们不妨把目标问题分为两个层次来研究：第一，给定任意参数组合(δ,λ)，所对应的三阶段均衡结果（由下述定理 1 所描述）；第二，当所有 9 种协议组合都可被实施时，所对应的均衡结果（由推论 1 给出）。详细分析过程可参见附录 A。

定理 1.

1. 当$(\delta,\lambda) \in \{(\delta,\lambda) \mid \delta < r\}$时，$(d,d)$为一个子博弈完美纳什均衡，其中：

在第一阶段，厂商提供的隐私协议为(d,d)，所有消费者都自愿披露隐私。在第二阶段，厂商的定价均衡为(4)，即均衡路径和非均衡路径价格分别为$(p_{A1}^{*},p_{B1}^{*}) = (t-r,t-r)$以及$(p_{A0}^{*},p_{B0}^{*}) > (t-r+\delta,t-r+\delta)$。非均衡路径的威慑性定价足够高，使得所有消费者都选择均衡路径价格并披露隐私。

在$\delta < r$内部，若

$$\delta > \hat{\delta}(\lambda) \equiv \frac{2r+6t-\sqrt{(1-\lambda)(5\lambda+4)r^2+24(1-\lambda)rt+36t^2}}{2\lambda} \tag{14}$$

成立，则除了(d,d)外，还存在(nd,n)和(n,nd)这两个额外的纯策略非对称均衡，厂商的定价由(8)所示。

2. 当$(\delta,\lambda)\in\{(\delta,\lambda)\,|\,\delta>r, 0<\lambda<1\}$时，$(nd,nd)$为一个子博弈完美纳什均衡：

在第一阶段，厂商提供的隐私协议为(nd,nd)。使得在意隐私的消费者不披露隐私，不在意隐私的消费者披露隐私。在第二阶段，厂商的定价均衡为(2)，即为不披露隐私的消费者制定$(p^*_{A0},p^*_{B0})=(t,t)$的均衡价格；为披露隐私的消费者制定$(p^*_{A1},p^*_{B1})=(t-r,t-r)$的均衡价格。

在$\delta>r$内部，若

$$\lambda\delta > r+3t \tag{15}$$

成立，则(d,d)是除了(nd,nd)之外额外的一个纯策略均衡。[①]

定理 1 所示的均衡及其对应的参数空间可参见图 1，其中不同均衡之间的临界条件由实线绘出。在$\delta<r$参数范围（图 1 中的区域$\mathcal{P}_1\cup\mathcal{P}_2$）内，消费者披露隐私所遭受的损失小于隐私对厂商的价值。因此厂商可以通过较低的产品价格，和所有消费者达成隐私交换协议，即双方都选d一定是一个均衡："但凡购买，则一律披露"。从消费者的感受层面来说，非均衡路径的价格t相较于均衡路径价格$t-r$的差别r较高，使得即使在意隐私的消费者也不会选择高价t来保护隐私免受δ的损失

其中在(14)这个子空间内（区域$\mathcal{P}_2$），双方除了可选择$\{d,n\}$所产生的 4 种组合外，还存在额外的可行选项(nd,n)和(n,nd)。当一方选nd时，对手只有n可选。若给定对手选n，且δ稍大使得更为灵活的nd政策好于单一的d政策时，就会产生(nd,n)这样的非对称均衡。

在$\delta>r$参数范围内（图 1 中的区域$\mathcal{P}_3\cup\mathcal{P}_4$），双方都选择较为灵活的$nd$协议（"区别对待"）为一个均衡。一方面，在该参数空间内，双方都可以同时选择nd（而不是前一种情况下要么都无法选nd要么只能单方面选nd）；另一方面，对于在意隐私损失的那部分消费者而言，暴露隐私所遭到的损失δ较高，此时若选择d政策并对不披露隐私的消费者设置威慑性高价，会丧失一定的吸引力，被竞争对手的差异化定价nd所利用。因此，当消费者更在意个人隐私信息时，应当采取灵活的定价方式，满足不同消费者不同需求。

此外，虽然在$\delta>r$中，nd占优于n，但在子空间(15)中（区域$\mathcal{P}_4$），nd和d政策无法并存。给定(d,d)，其中一方无法偏离至nd，且(d,d)带来的均衡利润与(nd,nd)相同，所以(d,d)成为除(nd,nd)外的一个均衡。

由于在定理 1 中，产生多重均衡的根源在于"在某些参数条件下，一些策略组合无法被实施"，而非因厂商的自由选择所致，因此接下来的推论 1 考察了当 9 种协议组合都可以被

[①]附录 B 中考虑了向 A 和 B 披露隐私的负效用不同的非对称情形（即$\delta_A\neq\delta_B$）。

实施所对应的参数条件下的均衡结果。

推论 1. 在 $(\delta,\lambda)\in\{(\delta,\lambda)\mid\lambda r<\lambda\delta<3t+\lambda r\}$ 的范围内，$\{nd,d,n\}$ 中所有可能的 9 种协议组合都可被实施。此时，nd 占优于 d 和 n，此时唯一的均衡为 (nd,nd)。

推论 1 所描述的参数空间可由图 1 的阴影区域所示。在所有可能的协议组合都能被实施的参数条件下，双方会无条件选择更为灵活的 nd 策略。相对于其他较为单一的隐私协议，具有区别对待式的 nd 协议既能照顾到在意隐私的消费者保护隐私的需求，也能照顾到不在意隐私的消费者能低价购买产品的需求：对于在意隐私的消费者而言，接受“一定保护个人隐私”的 n 政策，在实施“能自由选择是否披露个人隐私”的 nd 政策下，他们始终会选择保护个人隐私；对于不在意隐私的消费者而言，在能实施区别对待的 nd 政策下，他们愿意为了更低的产品价格而出让个人信息，好于 n 政策下的高价。所以，但凡一家厂商采取单一的 d 或 n 政策，采取 nd 政策的竞争对手会吸引更多的客户。因此，僵化的 d 和 n 策略是更为一般化的 nd 策略的特例。

而对于其他可能的均衡而言，其成立的根本原因在于在某些参数条件下，双方无法同时选择 nd 策略。例如，当厂商通过隐私的获利程度 r 相对于消费者披露隐私的损失 δ 较大时，一方面令所有消费者披露隐私是有利可图的，另一方面，厂商也无法实施差异化定价。

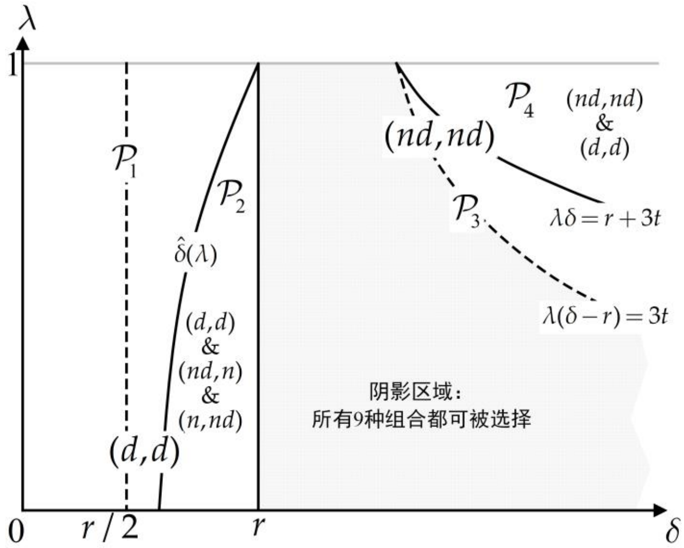

图 1：均衡隐私策略

五、社会福利

本部分以“一刀切”式的隐私政策作为基准模型，与本文允许厂商自由选择隐私协议的情况（即定理 1，以下简称“自由市场均衡”）进行对比。本文将“一刀切”定义为较为僵化的隐私政策，即要么不允许厂商自行制定隐私协议，要么不允许厂商对不同类型的消费者在隐私政策方面进行区别对待。因此，针对本文的模型，诸如此类“一刀切”式的隐私政策可以分为三种类型：（1）严格保护消费者隐私——即政府强制厂商只能选择 $\{n\}$ 并实施 (n,n) 协议；

（2）不保护消费者隐私——即没有相关立法保障消费者权益，使得但凡进行产品交易，厂商自动获得客户信息，这等价于厂商只能选择$\{d\}$并实施(d,d)协议；（3）不允许厂商对不同消费者在隐私披露方面进行区别对待——即不允许选择nd协议，双寡头只能在$\{d,n\}$策略之间进行选择。

为了得到社会总福利，不妨将消费者的保留效用设为V。若强制实施(n,n)政策，则均衡结果等价于基准的 Hotelling 模型，设此时的均衡社会福利水平为$W(n,n)$；若强制实施(d,d)政策，设对应均衡福利水平为$W(d,d)$，此时社会上面临厂商信息收益r与消费者损失δ之间的权衡；第三种情形稍为复杂，我们需要先剔除nd策略后，求解在三阶段博弈中，第一阶段双寡头只能选择$\{n,d\}$时的子博弈完美均衡（对应均衡福利水平记为$W(\{n,d\})$），然后再与自由市场即定理 1 中第一阶段能选择$\{n,d,nd\}$时的均衡福利水平$W(\{n,d,nd\})$进行对比。[①]

5.1 强制保护

若强制厂商无条件服从“永远不能获取消费者隐私信息”，等价于本文中(n,n)均衡在全体参数空间$(\delta,\lambda)\in\{(\delta,\lambda)\,|\,\delta>0,0<\lambda<1\}$中成立的情形。此时对应的均衡社会福利为

$$W(\{n\})=W(n,n)=\int_0^{x_{00}} V-tx\,dx+\int_{x_{00}}^1 V-t(1-x)\,dx=V-\frac{1}{4}t \tag{16}$$

相反，若政府强制要求厂商一定要获取所有消费者的隐私，等价于本文中(d,d)在整个参数空间中成立的情形。由于(d,d)和(n,n)都是对称均衡（分别有一半的消费者购买了产品 A 和 B），因此二者在产品市场产生的均衡福利是一样的。然而，相比起(16)所示的福利水平而言，在(d,d)均衡下，所有消费者都披露了隐私，因此厂商获得额外的收益r。对于λ比例在意隐私的消费者而言，共损失$\lambda\delta$的效用。因此，(d,d)均衡下的均衡福利为

$$W(\{d\})=W(d,d)=W(n,n)+r-\lambda\delta \tag{17}$$

接下来，考察本文允许厂商自由选择$\{n,d,nd\}$时的情况。(d,d)均衡下的社会福利水平已由(17)给出。对于(nd,nd)均衡而言，对称均衡意味着在产品市场所产生的福利与(d,d)和(n,n)一致。对于λ比例在意隐私的消费者而言，并未披露隐私。对于$(1-\lambda)$比例不在意隐私损失的消费者而言，他们披露了隐私（但损失的是 0），厂商共额外获取$(1-\lambda)r$部分因隐私信息所带来收益。所以，(nd,nd)所产生的均衡福利为

$$W(nd,nd)=W(n,n)+(1-\lambda)r>W(n,n)$$

在任何参数条件下，其产生的社会福利都高于强制实施(n,n)时的情形。

对于(nd,n)或(n,nd)这样的非对称均衡，一方面非对称定价扭曲了消费者对产品的异质性偏好（x和t）；但另一方面，其中一家实施nd的厂商获得了部分额外的信息收益。但总

[①] 类似地，Shy 和 Stenbacka（2016）在考虑到厂商间信息分享的可能性下，将对消费者隐私保护的程度分为四个等级：无保护、较弱的保护、较强的保护以及完全保护。他们发现，总福利也会取决于企业间的竞争，且一定随对消费者保护程度而递增。

体而言，依然可验证，(nd,n) 或 (n,nd) 产生的均衡福利高于 (n,n) 时的情形：

$$W(nd,n)=W(n,nd)=\left(V-\frac{1}{4}t\right)+\frac{(1-\lambda)(7\lambda r+20r+72t)r}{144t}>W(n,n)$$

结合上述分析，允许厂商自由选择 $\{n,d,nd\}$ 时对应的均衡福利水平可表示为

$$W(\{n,d,nd\})=\begin{cases}W(\{n,d,nd\}\mid\mathcal{P}_1)=W(d,d)=W(n,n)+r-\lambda\delta>W(n,n)\\W(\{n,d,nd\}\mid\mathcal{P}_2)=W(d,d)\text{ 或 }W(nd,n)\text{ 或 }W(n,nd)>W(n,n)\\W(\{n,d,nd\}\mid\mathcal{P}_3)=W(nd,nd)=W(n,n)+(1-\lambda)r>W(n,n)\\W(\{n,d,nd\}\mid\mathcal{P}_4)=W(nd,nd)>W(n,n)\text{ 或 }W(d,d)<W(n,n)\end{cases}\tag{18}$$

其中，参数范围 $\mathcal{P}_1$ 到 $\mathcal{P}_4$ 的划分可参见定理 1 或图 1。

相较于“强制保护”的政策 (n,n) 而言，自由市场均衡下的总福利(18)在区域 $\mathcal{P}_1$，$\mathcal{P}_2$ 和 $\mathcal{P}_3$ 中一定高于(16)。然而，在产生多重均衡的区域 $\mathcal{P}_4$，既有可能发生 $W(nd,nd)>W(\{n\})$，也有可能发生 $W(d,d)<W(\{n\})$，取决于在多重均衡下，具体哪个均衡最终被实现。但如果我们在(18)中发生多重均衡的参数范围内令福利较高的均衡发生，则比较(18)和(16)可知：[①]

$$W(\{n,d,nd\})-W(\{n\})=r-\lambda\delta\text{ 或 }r-\lambda r$$

定理 2. 相比起严格禁止厂商获取消费者隐私情况 $\{n\}$ 而言，在允许厂商自由选择隐私协议并使消费者自愿披露隐私的情况 $\{n,d,nd\}$ 下，在产生唯一均衡的参数范围内，后者的均衡福利水平一定高于前者；若产生多重均衡，则后者的均衡福利可能高于也有可能低于前者。特别地，若在多重均衡中实施福利较高的均衡，则自由市场下的总福利一定比禁止获取隐私的状态下更高，且高出的幅度为出 $r-\lambda\min\{\delta,r\}$。

定理 2 可清晰刻画出“发挥数据生产要素价值 r”与“消费者个人信息保护 δ”之间的权衡关系：$r>\lambda\min\{\delta,r\}$。相比起强制实施 (n,n) 组合而言，允许实施 nd 或 d 协议，相当于额外建立了一个“隐私市场”，允许厂商与消费者就隐私信息进行互惠交易。若双方达成了交易，则为社会带来的额外价值 r，一定高于其社会成本 δ；若无法达成自愿交易，也不会产生额外的损失。“看不见的手”发挥了积极的作用。

若在比较自由市场均衡与“强制保护”的区别时，只考虑自由市场下厂商能选择所有 9 种可能的协议组合时的参数范围（推论 1），则前者的总福利一定高于后者。

推论 2. 在厂商能够选择所有由 $\{n,d,nd\}$ 所定义的 9 种隐私协议组合的参数范围内，自由市场均衡为 (nd,nd)，其产生的总福利比强制保护消费者隐私情况下高出 $(1-\lambda)r$。

[①] 在 $\mathcal{P}_2$ 区域，$W(d,d)>W(nd,n)=W(n,nd)$。这是因为在 (d,d) 的状态下，一方面厂商获得所有信息价值 r，另一方面对称均衡意味产品市场是有效率的；而在非对称均衡下，一方面厂商只获得了部分信息价值，另一方面非对称均衡扭曲产品市场。

5.2 彻底不保护

对于“彻底不保护”（即厂商只能选$\{d\}$）的政策而言，等同于(d,d)组合在全体参数空间中被实施。通过比较(18)和(17)可知：若自由市场下产生了(d,d)均衡，则与“彻底不保护”时等价；若自由市场产生了(nd,nd)均衡，意味着在$\delta > r$时，$W(nd,nd)-W(d,d)=\lambda(\delta-r)>0$；即使自由市场产生了多重均衡，多重均衡中也包含$(d,d)$这种情况。因此，如果我们在(18)中发生多重均衡的参数范围内令福利较高的均衡发生，可知

$$W(\{n,d,nd\}) \geq W(\{d\}) \text{ 且 } W(nd,nd)-W(\{d\})=\lambda(\delta-r)>0$$

定理 3. 允许厂商自由选择隐私协议时，若产生唯一均衡，则均衡福利一定不低于彻底不保护消费者隐私时的情况；若产生多重均衡且实施福利较高的均衡，则自由市场下的总福利一定不低于不保护隐私时的情形。其中，差异化隐私协议所产生的福利比不保护隐私时的情形高出$\lambda(\delta-r)$。

定理 3 明确给出了“差异化对待”（即nd协议）的优势。当消费者信息泄露导致的社会成本高于其价值时（$\delta > r$），若法律完全不保护消费者隐私，此时侵犯隐私造成的社会总成本为$\lambda\delta$，可能会高于其数据价值r。若实施差异化的隐私协议，在意个人信息的消费者得到了较好的保护（同时不影响那些不在意隐私的消费者），灵活的区别对待能有效阻止“缺乏经济效率的隐私获取过程”——若不保护消费者隐私，此时的社会净损失为$\lambda(\delta-r)$。

5.2 禁止区别对待

若政府禁止同一厂商对自己的客户实施区别对待，等价于本文模型在第一阶段，排除nd策略后，每个厂商只能在$\{d,n\}$中进行选择的情况。虽然在上文分析中，已证n策略是严格被占优策略，但其只在部分的参数空间被nd策略所占优。当排除nd策略后，第一阶段的收益矩阵（表 1）的维度由3×3变成了2×2。对于排除差异化对待nd后的均衡结果，建立下述引理 1 对理解均衡结果有所帮助。

引理 1. 当可选范围为$\{d,n\}$且所有2×2的策略组合均可实施的前提下，$\lambda\delta<r$是d占优于n的充分必要条件。

$\lambda\delta$是市场中所有消费者都披露隐私时造成的社会总成本，r是所有消费者的信息为社会带来的价值。所以引理 1 意味着在$\lambda\delta=r$附近的区域，市场均衡一定是具有效率的。同时，再根据非对称均衡$(d,n)\,\&\,(n,d)$的可行条件(7)，可知：当$\lambda\delta<r$时，唯一的均衡是(d,d)；当$r<\lambda\delta<r+3t$时，唯一的均衡是(n,n)；当$\lambda\delta>3t+r$时，有两个纯策略均衡(d,d)和(n,n)。两个临界条件由图 2 的实线绘出。

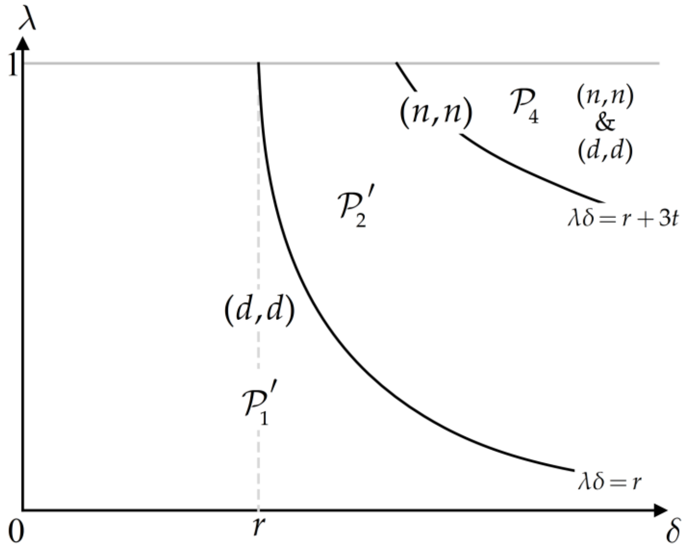

图 2：可选协议为$\{d,n\}$时的均衡

定理 4. 若厂商在第一阶段只能选择隐私协议$\{n,d\}$，则当披露隐私的社会总成本低于隐私价值（即$\lambda\delta < r$）时，唯一的子博弈完美纳什均衡为(d,d)：厂商为不披露隐私的消费者制定威慑性高价，使得所有消费者都自愿披露隐私；反之，(n,n)是一个均衡：厂商为披露隐私的消费者制定的价格高于为不披露隐私的消费者的定价，使得所有消费者都不披露隐私。当披露隐私的社会总成本较高时（即$\lambda\delta > r+3t$），不存在非对称均衡的可能性，导致d或n不再是占优均衡，此时存在两个纯策略均衡(d,d)或(n,n)。[①]

如果禁止厂商对消费者实施区别对待（即不能实施nd协议），则厂商不得不对所有客户在隐私披露方面一视同仁，即一律披露（协议d），或一律不披露（协议n）。对于厂商i与其客户的"产品-隐私"的交易而言，若强迫所有客户披露隐私，厂商能获得r的收益，此时购买产品i的客户平均遭受$\lambda\delta$的损失。所以，当厂商从消费者个人信息中的获利能力r超过消费者的平均损失$\lambda\delta$时（对应图 2 的区域$\mathcal{P}_1'$），在意隐私的λ部分的客户愿意接受这样的协议，双方即能达成该交易。反之，若$r < \lambda\delta < r+3t$，在意隐私的客户比例较高（区域$\mathcal{P}_2'$），此时厂商i强迫客户披露隐私的行为，会被竞争对手所利用——竞争对手此时的最佳回应是提供保护消费者个人信息的隐私协议（n），这导致厂商i流失大量的在意隐私的客户。

当在意隐私的消费者比例非常高，或者消费者披露隐私遭受的损失程度非常大时（区域$\mathcal{P}_4$），无法实施非对称策略——双方要么都选d，要么都选n，两个组合的利润一样，且给定随手的选择，无法单方面偏离至其他选项。

根据定理 4，可计算在只能选择$\{n,d\}$协议时，均衡的社会福利水平为

[①]详细证明过程见附录 A。在附录 B 中引入非对称的负效用情形下，在一定参数范围内可能出现非对称均衡。

$$W(\{n,d\})=\begin{cases} W(\{n,d\}\mid \mathcal{P}_1')=W(d,d)=W(n,n)+r-\lambda\delta \\ W(\{n,d\}\mid \mathcal{P}_2')=W(n,n) \\ W(\{n,d\}\mid \mathcal{P}_4)=W(n,n)\text{ 或 }W(d,d) \end{cases} \tag{19}$$

最后，我们比较允许选择$\{d,n,nd\}$时产生的均衡福利(18)与禁止区别对待即只能选择$\{d,n\}$时的均衡福利(19)的相对大小。在允许区别对待的情况下，决定均衡的参数范围临界值为(14)和(15)，而在不允许区别对待的情况下，临界值为$\lambda\delta=r$和(15)，因此为了比较给定参数范围内的均衡福利水平，需将参数空间切分为如下 5 个区域，分别为

$\mathcal{P}_1$：当可选协议为$\{n,d,nd\}$和$\{d,n\}$时，均衡策略都是(d,d)。

$\mathcal{P}_2$：当可选协议为$\{n,d,nd\}$时，均衡为(d,d)，(nd,n)或(n,nd)；而当可选协议为$\{d,n\}$时，均衡为(d,d)。

$\mathcal{P}_1'\setminus(\mathcal{P}_1\cup\mathcal{P}_2)$：当可选协议为$\{n,d,nd\}$时，均衡为$(nd,nd)$；而当可选协议为$\{d,n\}$时，均衡为$(d,d)$。

$\mathcal{P}_2'$：当可选协议为$\{n,d,nd\}$时，均衡策略为(nd,nd)；而当可选协议为$\{d,n\}$时，均衡策略为(n,n)。

$\mathcal{P}_4$：当可选协议为$\{n,d,nd\}$时，均衡策略为(nd,nd)或(d,d)；而当可选协议仅为$\{d,n\}$时，均衡结果为(d,d)或(n,n)。

为了得到更为清晰的结果，我们取每种游戏规则下，多重均衡出现时产生的总福利较高的均衡结果，再将$W(\{n,d,nd\})$和$W(\{n,d\})$进行比较。这样易知，前者对应的总福利一定大于等于后者，即

$$\begin{cases} W(\{n,d,nd\}\mid \mathcal{P}_1)-W(\{n,d\}\mid \mathcal{P}_1)=0 \\ W(\{n,d,nd\}\mid \mathcal{P}_2)-W(\{n,d\}\mid \mathcal{P}_2)=0 \\ W(\{n,d,nd\}\mid \mathcal{P}_1'\setminus(\mathcal{P}_1\cup\mathcal{P}_2))-W(\{n,d\}\mid \mathcal{P}_1'\setminus(\mathcal{P}_1\cup\mathcal{P}_2))=\lambda(\delta-r)>0 \\ W(\{n,d,nd\}\mid \mathcal{P}_2')-W(\{n,d\}\mid \mathcal{P}_2')=(1-\lambda)r>0 \\ W(\{n,d,nd\}\mid \mathcal{P}_4)-W(\{n,d\}\mid \mathcal{P}_4)=(1-\lambda)r>0 \end{cases} \tag{20}$$

定理 5. 允许厂商自由选择包括差异化对待在内的隐私协议时，所产生的最高可能的总福利，一定不低于禁止区别对待时的情况。特别地，当消费者披露隐私所遭受的损失δ超过隐私为厂商带来的价值r时，自由市场的均衡福利比禁止区别对待时的均衡福利高出$\min\{\lambda\delta,r\}-\lambda r$。

定理 5 以及式(20)总结了差异化的隐私协议如何权衡了数据价值与保护消费者隐私之间的关系。在不允许区别对待的情况下，市场均衡的隐私协议取决于数据价值r和消费者隐私总成本$\lambda\delta$的相对大小，即不同隐私偏好的消费者比例λ决定了市场均衡。此时竞争厂商为了争夺市场份额，不得不依据市场上消费者“整体上”对隐私的偏好程度（λ）来实施单一僵化的定价（d或n），抑制了互惠的隐私交易行为，既无法全方位保护消费者信息（区域$\mathcal{P}_1'\setminus(\mathcal{P}_1\cup\mathcal{P}_2)$），也无法充分发挥数据价值（区域$\mathcal{P}_2'$或$\mathcal{P}_4$）。若允许实施区别对待（实施$nd$），

就赋予了厂商更灵活的价格机制，从而摆脱异质性偏好与僵化的定价机制对市场行为的束缚。

总结本章的定理 2 至定理 5，可得在给定任意参数区间内，社会最优的隐私政策，由下述推论 3 给出。

推论 3. 当消费者信息为厂商带来的价值高于消费者披露隐私的损失（$\delta < r$）时，社会最优的隐私政策是“令所有消费者披露隐私”即(d,d)；反之（$\delta > r$），社会最优的隐私政策是“区别对待”即(nd,nd)。这样的隐私政策一定能在自由市场的条件下达到。

六、结语

数字经济时代，大数据是一把双刃剑：权衡好加强消费者个人信息保护与充分发挥数据生产要素功能之间的关系，对于我国数字经济的健康发展至关重要。本文研究了在消费者自愿选择的基础上，竞争企业如何通过价格机制来策略性设计隐私协议。双寡头可为披露和不披露个人隐私的消费者提供不同的产品价格，消费者根据其对产品和隐私的偏好来选择产品购买和相应的隐私协议。本文认为，当消费者的隐私信息对企业的价值超过消费者失去隐私造成的损失时，双寡头为披露隐私的消费者提供具有吸引力的低价来使所有消费者自愿披露隐私。当隐私对厂商的价值低于消费者转让隐私的代价时，双寡头对不同隐私偏好的消费者提供差异化的产品定价，使得在意隐私的消费者的隐私得到保护，不在意隐私的消费者主动披露隐私，即采取一种较为灵活和差异性的隐私协议，满足不同消费者不同需求。相比起强制保护消费者隐私、完全不保护、以及禁止区别对待等“一刀切”式的规定而言，允许双寡头通过市场竞争来制定隐私协议，并允许消费者根据价格自愿选择隐私是否被转让，具有更多的灵活性，可使数据价值通过“产品-隐私”这样的互惠交易充分发挥其价值，提高资源配置效率。

从政策意义上来说，本文建议应当在尊重并保障消费者的知情、同意和自愿的基础上，通过市场和价格机制，为不同类型的消费者提供差异化的隐私服务，以灵活适应多变的市场环境。这要求一方面，加快培育数据要素市场，搭建市场化交易平台，建立健全数据产权交易与行业自律机制，提升社会数据资源价值。另一方面，要提升监管水平，提高风险意识和底线思维，充分重视网络安全与个人信息保护，将“科技向善”理念与市场深度结合，谋求数字科技创新与社会发展的有机统一。

相比起经典模型，本文提供了一个基于消费者存在隐私偏好时企业如何展开（差异化）价格竞争这样一个更符合现实的分析框架，对完善消费者信息保护政策，培育数据要素市场等方面提供了简明清晰的政策含义。后续研究可以在此基础上，向若干个方向进行拓展：如企业获取消费者信息的用途与产品市场之间的关系；个体消费者披露隐私信息对其他消费者的外部性；在动态环境下企业的差异化定价行为等。

附录 A 定理 1 和定理 4 的补充证明

A.1 定理 1 和推论 1 的补充证明

根据不同策略组合所成立的参数条件即(3)，(7)，(10)和(13)，可把(δ,λ)拆分成如下 5 个区域。

(1). 当$\delta < r/2$时，所有带有nd的策略组合都不可行。在$\{d,n\}$所定义的2×2收益矩阵中，根据引理 1 可知，当$\delta < r/2$时，$\lambda\delta < r$一定成立，所以此时唯一的均衡是(d,d)。

		B: nd	B: d	B: n
	nd	不可选	不可选	不可选
A	d	不可选	$(\underline{d},\underline{d})$	$(\underline{d},n)$
	n	不可选	$(n,\underline{d})$	(n,n)

表 A1：当$\delta < r/2$时

(2). 当$r/2 < \delta < r$时，根据(10)，除了$\{d,n\}$所定义的 4 种可选组合外，(nd,n)和(n,nd)也是可行的组合。

		B: nd	B: d	B: n
	nd	不可选	不可选	$(nd,\underline{n})$
A	d	不可选	$(\underline{d},\underline{d})$	$(\underline{d},n)$
	n	$(\underline{n},nd)$	$(n,\underline{d})$	$(\cancel{n},\cancel{n})$

表 A2(a)：当$r/2 < \delta < \hat{\delta}(\lambda)$时

		B: nd	B: d	B: n
	nd	不可选	不可选	$(\underline{nd},\underline{n})$
A	d	不可选	$(\underline{d},\underline{d})$	(d,n)
	n	$(\underline{n},\underline{nd})$	(n,d)	$(\cancel{n},\cancel{n})$

表 A2(b)：当$\hat{\delta}(\lambda) < \delta < r$时

此时除了(d,d)为均衡外，若

$$\pi_A^*(nd,n) > \pi_A^*(d,n) \text{ 或 } \pi_B^*(n,nd) > \pi_B^*(n,d) \Leftrightarrow \delta > \hat{\delta}(\lambda) \tag{21}$$

成立，则(nd,n)与(n,nd)是额外的纯策略均衡，其中利润无差异条件$\hat{\delta}(\lambda)$的表达式由(14)给出。且在$\lambda\in(0,1)$的参数条件限制下，$\hat{\delta}(\lambda) < r$一定成立。

(3). 当$r < \delta < (3t+\lambda r)/\lambda$时，所有 9 种协议组合均可被实施。此时，给定对手的选择，nd是双方的占优策略，因此唯一的均衡是(nd,nd)。

		B: nd	B: d	B: n
	nd	$(\underline{nd},\underline{nd})$	$(\underline{nd},d)$	$(\underline{nd},n)$
A	d	$(d,\underline{nd})$	(d,d)	(d,n)
	n	$(n,\underline{nd})$	(n,d)	(n,n)

表 A3：当$r < \delta < (3t+\lambda r)/\lambda$时

(4). 当$(3t+\lambda r)/\lambda<\delta<(3t+r)/\lambda$时，根据(13)，$(nd,d)$和$(d,nd)$无法被实施。此时，$nd$一定占优于$n$。结合引理 1，$\lambda\delta>r$导致$d$被$n$占优，所以此时唯一的均衡为$(nd,nd)$。

B

		nd	d	n
	nd	$(\underline{nd},\underline{nd})$	不可选	$(\underline{nd},n)$
A	d	不可选	(d,d)	$(d,\underline{n})$
	n	$(n,\underline{nd})$	$(\underline{n},d)$	(n,n)

表 A4：当$(3t+\lambda r)/\lambda<\delta<(3t+r)/\lambda$时

(5). 当$\delta>(3t+r)/\lambda$时，根据(7)和(13)，除了(nd,d)和(d,nd)外，(d,n)和(n,d)也无法被实施。此时，nd占优于n，所以(nd,nd)是一个均衡。此外，给定对手选d，无法偏离到其他可选策略，且(d,d)对应的均衡利润与(nd,nd)相同，所以(d,d)是另一个均衡。

B

		nd	d	n
	nd	$(\underline{nd},\underline{nd})$	不可选	$(\underline{nd},n)$
A	d	不可选	$(\underline{d},\underline{d})$	不可选
	n	$(n,\underline{nd})$	不可选	(n,n)

表 A5：当$\delta>(3t+r)/\lambda$时

□

A.2 定理 4 的补充证明

由于(d,d)和(n,n)在全体参数空间范围内都能实施，因此根据非对称组合(d,n)和(n,d)能否成立的条件(7)，可把参数空间(δ,λ)分为两块来讨论。

(1). 当$\lambda\delta<r+3t$时，$\{d,n\}$所定义的2×2策略组合都可被选择。根据引理 1，当$\lambda\delta<r$时，d占优于n，此时唯一的均衡为(d,d)；反之当$\lambda\delta>r$时，n占优于d，此时唯一的均衡为(n,n)。

B

		d	n
A	d	$(\underline{d},\underline{d})$	$(\underline{d},n)$
	n	$(n,\underline{d})$	(n,n)

表 A6(a)：当$\lambda\delta<r$

B

		d	n
A	d	(d,d)	$(d,\underline{n})$
	n	$(\underline{n},d)$	$(\underline{n},\underline{n})$

表 A6(b)：当$r<\lambda\delta<r+3t$时

(2). 当$\lambda\delta>r+3t$时，只有(d,d)和(n,n)能被选择，且两者的均衡利润相同。所以此时(d,d)和(n,n)为两个纯策略均衡。

		B	
		d	n
A	d	$(\underline{d},\underline{d})$	不可选
	n	不可选	$(\underline{n},\underline{n})$

表 A7：当 $\lambda\delta > r+3t$ 时

□

附录 B 非对称隐私偏好与非对称均衡

在本节中，我们引入非对称的隐私偏好来考察产生非对称均衡隐私策略的可能性。具体而言，在 λ 比例在意个人隐私的消费者中，若向商家 A 披露个人隐私，则产生负效用 δ_A；若向商家 B 披露隐私，产生的负效用为 δ_B。正文中模型的设置等价于 $\delta_A=\delta_B$ 的情形。接下来，设 $\delta_A<\delta_B$，以检验非对称均衡的存在性及其对应的参数范围。

与 4.1 节的分析类似：在 (n,n) 对称策略下，无差异消费者的位置依然为 x_{00}。然而，若购买 A 和 B 都需要披露个人隐私，则对于 λ 比例在意个人隐私的消费者而言，无差异的消费者的位置记为 $\hat{x}_{11}$，其表达式为

$$\hat{x}_{11}(p_{A1},p_{B1},\delta_A,\delta_B)=x_{11}(p_{A1},p_{B1})+\frac{\delta_B-\delta_A}{2t}$$

对于其余 $1-\lambda$ 比例不在意个人隐私的消费者而言，购买 A 和 B 无差异的消费者的位置依然为 $x_{11}(p_{A1},p_{B1})$。

若在“购买 A 且披露隐私”与“购买 B 且不披露隐私”之间选择，对于 λ 比例在意个人隐私的消费者而言，购买 A 和 B 无差异的位置记为 $\hat{x}_{10}$，其表达式为

$$\hat{x}_{10}(p_{A1},p_{B0},\delta_A)=x_{10}(p_{A1},p_{B0})-\frac{\delta_A}{2t}$$

对于其余不在意个人隐私的消费者而言，无差异位置依然为 $x_{10}(p_{A1},p_{B0})$。反之，若在“购买 A 且不披露隐私”与“购买 B 且披露隐私”之间选择，对于 λ 比例在意个人隐私的消费者而言，两个选项之间无差异的临界点记为 $\hat{x}_{01}$，其表达式为

$$\hat{x}_{01}(p_{A0},p_{B1},\delta_B)=x_{01}(p_{A0},p_{B1})+\frac{\delta_B}{2t}$$

对于其余不在意个人隐私的消费者而言，该无差异位置依然为 $x_{01}(p_{A0},p_{B1})$。

接下来，考察第二阶段的定价决策。

对称协议(*nd,nd*)

可验证，此时的均衡价格和利润等同于式(2)。同时，差异化定价需要满足的条件为

$$\delta_B>\delta_A,\ \delta_A>r \qquad \text{定理 1}$$

对称协议(d,d)

双寡头利润最大化问题为

$$\max_{p_{A1}} \lambda(p_{A1}+r)\hat{x}_{11}(p_{A1},p_{B1},\delta_A,\delta_B)+(1-\lambda)(p_{A1}+r)x_{11}(p_{A1},p_{B1})$$
$$\max_{p_{B1}} \lambda(p_{B1}+r)\left[1-\hat{x}_{11}(p_{A1},p_{B1},\delta_A,\delta_B)\right]+(1-\lambda)(p_{B1}+r)\left[1-x_{11}(p_{A1},p_{B1})\right]$$

均衡价格与利润分别为

$$\begin{cases} p_{A1}^{*}(d,d)=t-r+\dfrac{\lambda}{3}(\delta_B-\delta_A) \\ p_{B1}^{*}(d,d)=t-r-\dfrac{\lambda}{3}(\delta_B-\delta_A) \end{cases},\begin{cases} \pi_A^{*}(d,d)=\dfrac{\left[3t+\lambda(\delta_B-\delta_A)\right]^2}{18t} \\ \pi_B^{*}(d,d)=\dfrac{\left[3t-\lambda(\delta_B-\delta_A)\right]^2}{18t} \end{cases} \tag{23}$$

在 $\delta_B>\delta_A$ 的限制下，$p_{A1}^{*}(d,d)+r>0$ 一定满足，而 $p_{B1}^{*}(d,d)+r>0$ 意味着

$$\lambda(\delta_B-\delta_A)<3t \tag{24}$$

对称协议(n,n)

显然，此时均衡价格和利润与正文中对应的情形（以及基准 Hotelling 模型）是等价的。

非对称协议(d,n)&(n,d)

在 (d,n) 的协议组合下，双寡头利润最大化问题为

$$\max_{p_{A1}} \lambda(p_{A1}+r)\hat{x}_{10}+(1-\lambda)(p_{A1}+r)x_{10}，\max_{p_{B0}} \lambda p_{B0}\left(1-\hat{x}_{10}\right)+(1-\lambda)p_{B0}\left(1-x_{10}\right)$$

均衡价格和利润分别为

$$\begin{cases} p_{A1}^{*}(d,n)+r=t+\dfrac{1}{3}(r-\lambda\delta_A) \\ p_{B0}^{*}(d,n)=t-\dfrac{1}{3}(r-\lambda\delta_A) \end{cases},\begin{cases} \pi_A^{*}(d,n)=\dfrac{\left[3t+(r-\lambda\delta_A)\right]^2}{18t} \\ \pi_B^{*}(d,n)=\dfrac{\left[3t-(r-\lambda\delta_A)\right]^2}{18t} \end{cases} \tag{25}$$

其中，价格为正即 $p_{A1}^{*}(d,n)+r>0$ 以及 $p_{B0}^{*}(d,n)>0$ 所对应的参数条件为

$$-3t<\lambda\delta_A-r<3t \tag{26}$$

在 (n,d) 的协议组合下，双寡头利润最大化问题为

$$\max_{p_{A0}} \lambda p_{A0}\hat{x}_{01}+(1-\lambda)p_{A0}x_{01}，\max_{p_{B1}} \lambda(p_{B1}+r)\left(1-\hat{x}_{01}\right)+(1-\lambda)(p_{B1}+r)\left(1-x_{01}\right)$$

均衡价格和利润为

$$\begin{cases} p_{A0}^{*}(n,d)=t-\dfrac{1}{3}(r-\lambda\delta_B) \\ p_{B1}^{*}(n,d)+r=t+\dfrac{1}{3}(r-\lambda\delta_B) \end{cases},\begin{cases} \pi_A^{*}(n,d)=\dfrac{\left[3t-(r-\lambda\delta_B)\right]^2}{18t} \\ \pi_B^{*}(n,d)=\dfrac{\left[3t+(r-\lambda\delta_B)\right]^2}{18t} \end{cases} \tag{27}$$

类似地，价格为正对应的参数条件为

$$-3t < \lambda\delta_B - r < 3t \tag{28}$$

非对称协议(*nd*,*n*)&(*n*,*nd*)

对于(nd,n)协议组合，由于没有消费者发生因披露隐私所导致的负效用，所以均衡结果与正文 4.2 节中的相关分析等价。此时，对于厂商 A 的客户而言，激励相容的条件由(10)中的$\delta > r/2$相应变为$\delta_A > r/2$。同理，对于(n,nd)协议组合的均衡结果，只需将(nd,n)中 A 与 B 的均衡价格和利润互换即可。(10)中所示的激励相容条件变为$\delta_B > r/2$。

非对称协议(*nd*,*d*)&(*d*,*nd*)

对于(nd,d)协议组合而言，只有购买 B 的客户若披露隐私才导致负效用δ_B，因此均衡结果与 4.2 节相关分析类似，只需把均衡价格、利润和可行条件即(11)，(12)和(13)中的δ换成δ_B即可。类似地，对于(d,nd)组合而言，只有购买 A 的客户披露隐私才导致负效用δ_A，此时的均衡价格、利润和可行条件由(11)，(12)和(13)中的δ换成δ_A即可。

接下来，考察第一阶段均衡的隐私协议选择。

B.1 当可选政策为{*nd*,*d*,*n*}时

在3×3的收益矩阵即表 1 中，每种组合成立的可行参数范围是不同的。为了把均衡结果与正文中的对称情形进行更为直观的比较，接下来的分析固定住某个λ，这样均衡结果如何因δ_A和δ_B之间的差异所决定，就可由(δ_A,δ_B)所构成的二维参数空间所表示。

根据每种策略组合所成立的可行条件，可将(δ_A,δ_B)空间划分为不同的互斥区域，由于(n,n)在全体参数范围空间内成立，所以在每个区域内，至少有两种可行的策略组合。因此我们的分析策略是，逐一分析每个区域中，给定可行的策略组合，双寡头对彼此的最佳回应。

(1). 在$\mathcal{P}_1 = \{(\delta_A,\delta_B) \mid \delta_A < r/2, \lambda\delta_B > r+3t\}$中，可行策略为$(n,nd)$，$(d,n)$和$(n,n)$。同时$\pi_A^*(d,n) > \pi_A^*(n,n)$以及$\pi_B^*(n,nd) > \pi_B^*(n,n)$成立。因此，在$\mathcal{P}_1$下存在两个纯策略均衡$(n,nd)$和$(d,n)$。

(2). 在$\mathcal{P}_2 = \{(\delta_A,\delta_B) \mid \delta_A < r/2, \lambda r+3t < \lambda\delta_B < r+3t\}$下，可行策略为$(d,n)$，$(n,nd)$，$(n,d)$和$(n,n)$。可验证，$\pi_A^*(d,n) > \pi_A^*(n,n)$，$\pi_B^*(n,nd) > \pi_B^*(n,d)$以及$\pi_B^*(n,nd) > \pi_B^*(n,n)$成立。因此，在$\mathcal{P}_2$内存在两个纯策略均衡$(n,nd)$和$(d,n)$。

(3). 在$\mathcal{P}_3 = \{(\delta_A,\delta_B) \mid \delta_A < r/2, \lambda\delta_A+3t < \lambda\delta_B < \lambda r+3t\}$下，可行策略为$(nd,d)$，$(d,n)$，$(n,nd)$，$(n,d)$和$(n,n)$。此时，$\pi_A^*(nd,d) > \pi_A^*(n,d)$，$\pi_A^*(d,n) > \pi_A^*(n,n)$，$\pi_B^*(n,nd) > \pi_B^*(n,d)$以及$\pi_B^*(n,nd) > \pi_B^*(n,n)$成立。因此，在$\mathcal{P}_3$内存在三个纯策略均衡：$(n,nd)$，$(d,n)$和$(nd,d)$。

(4). 在$\mathcal{P}_4 = \{(\delta_A,\delta_B) \mid \delta_A < r/2, \lambda r < \lambda\delta_B < \lambda\delta_A+3t\}$下，$(d,d)$，$(nd,d)$，$(d,n)$，$(n,nd)$，$(n,d)$和$(n,n)$是可行的。此时，$(n,d)$和$(n,n)$分别是双方的被占优策略，可被排除。所以，$(n,nd)$至少是一个均衡。在$\mathcal{P}_4$中，记$\delta_A(\delta_B)$为临界条件使得$\pi_A^*(nd,d) = \pi_A^*(d,d)$。这样，

当

$$\pi_A^*(nd,d) > \pi_A^*(d,d) \Leftrightarrow$$
$$\delta_A > \delta_A(\delta_B) \equiv \frac{2\lambda\delta_B + 6t - \sqrt{\lambda(9-5\lambda)(r-\delta_B)^2 - 24\lambda(r-\delta_B)t + 36t^2}}{2\lambda} \tag{29}$$

时，$\pi_A^*(nd,d) > \pi_A^*(d,d)$；否则 $\pi_A^*(d,d) > \pi_A^*(nd,d)$。与引理 1 类似，当

$$\pi_B^*(d,n) > \pi_B^*(d,d),\ \pi_B^*(nd,n) > \pi_B^*(nd,d) \Leftrightarrow \lambda\delta_B > r \tag{30}$$

时，$\pi_B^*(d,n) > \pi_B^*(d,d)$，否则 $\pi_B^*(d,d) > \pi_B^*(d,n)$。因此，除了 (n,nd) 是一个均衡外，当(29)成立时（此时(30)也必然成立，该参数集合记为 $\mathcal{P}_4(1)$），(nd,d) 和 (d,n) 是额外的均衡；当(29)不成立但(30)成立时（记为 $\mathcal{P}_4(2)$），额外的均衡为 (d,n)；当(29)和(30)都不成立时（记为 $\mathcal{P}_4(3)$），额外的均衡是 (d,d)。

(5). 在 $\mathcal{P}_5 = \{(\delta_A,\delta_B) \mid \delta_A < r/2, r/2 < \delta_B < r\}$ 下，(d,d)，(d,n)，(n,nd)，(n,d) 和 (n,n) 是可行的。此时 $\pi_A^*(d,d) > \pi_A^*(n,d)$ 和 $\pi_A^*(d,n) > \pi_A^*(n,n)$ 一定成立。对于 B 而言，n 被 nd 占优。记 $\delta_B = \hat{\delta}(\lambda)$ 为一个临界值使得 $\pi_B^*(n,nd) = \pi_B^*(n,d)$，其中 $\hat{\delta}(\lambda)$ 的表达式由(14)给出。这样，当

$$\pi_B^*(n,nd) > \pi_B^*(n,d) \Leftrightarrow \delta_B > \hat{\delta}(\lambda) \tag{31}$$

时（记为 $\mathcal{P}_5(1)$），两个纯策略均衡为 (d,d) 和 (n,nd)；否则当(31)不成立时（记为 $\mathcal{P}_5(2)$），唯一的均衡为 (d,d)。

(6). 在 $\mathcal{P}_6 = \{(\delta_A,\delta_B) \mid \delta_A < r/2, \delta_B < r/2\}$ 下，可行的组合为 (d,d)，(d,n)，(n,d) 和 (n,n)。可验证，此时对双方而言，n 都是被占优策略。此时唯一的均衡为 (d,d)。

(7). 在 $\mathcal{P}_7 = \{(\delta_A,\delta_B) \mid r/2 < \delta_A < r, \lambda\delta_B > r+3t\}$ 下，可行组合为 (d,n)，(nd,n)，(n,nd) 和 (n,n)。由于双方都可以选择 nd，所以 (n,n) 被排除。当

$$\pi_A^*(nd,n) > \pi_A^*(d,n) \Leftrightarrow \delta_A > \hat{\delta}(\lambda) \tag{32}$$

时（记为 $\mathcal{P}_7(1)$），均衡为 (n,nd) 和 (nd,n)；否则（记为 $\mathcal{P}_7(2)$），均衡为 (n,nd) 和 (d,n) 为均衡。

(8). 在 $\mathcal{P}_8 = \{(\delta_A,\delta_B) \mid r/2 < \delta_A < r, \lambda r + 3t < \lambda\delta_B < r+3t\}$ 下，可行的组合为 (n,d)，(d,n)，(nd,n)，(n,nd) 和 (n,n)。由于(31)成立，所以 (n,nd) 是一个均衡。当 B 选 n 时，n 是 A 的严格劣策略。与前一种情况类似，除了 (n,nd) 为一个均衡外，当(32)成立时（记为 $\mathcal{P}_8(1)$），(nd,n) 为另一个均衡；否则 (d,n) 为另一个均衡（记为 $\mathcal{P}_8(2)$）。

(9). 在 $\mathcal{P}_9 = \{(\delta_A,\delta_B) \mid r/2 < \delta_A < r, \lambda\delta_A + 3t < \lambda\delta_B < \lambda r + 3t\}$ 下，可行的组合为 (nd,d)，(n,d)，(d,n)，(nd,n)，(n,nd) 和 (n,n)。由于(31)成立，所以 (n,nd) 是一个均衡。A 选 nd 时，B 的最佳回应是 n。与前一种情况类似，除了 (n,nd) 为一个均衡外，当(32)成立时（记为 $\mathcal{P}_9(1)$），(nd,n)；否则 $\mathcal{P}_9(2)$，(d,n) 为另一个均衡。

(10). 在 $\mathcal{P}_{10}=\{(\delta_A,\delta_B)\mid r/2<\delta_A<r,\lambda r<\lambda\delta_B<\lambda\delta_A+3t\}$ 下，可行的组合为 (d,d)，(nd,d)，(n,d)，(d,n)，(nd,n)，(n,nd) 和 (n,n)。由于(31)成立，所以 (n,nd) 是一个均衡。同时，当 B 选 d 或 n 时，对 A 而言 nd 占优于 n。除了 (n,nd) 外，其余几个均衡的产生，需要参照临界条件(29)，(32)和(30)。同时，(31)也是 $\pi_B^*(nd,n)>\pi_B^*(nd,d)$ 的临界条件。这样，当 $\lambda\delta_B>r$ 且 $\delta_A<\hat{\delta}(\lambda)$ 时（记为 $\mathcal{P}_{10}(1)$），额外的均衡是 (d,n)；当 $\lambda\delta_B>r$ 且 $\delta_A>\hat{\delta}(\lambda)$ 时（记为 $\mathcal{P}_{10}(2)$），额外的均衡是 (nd,n)；当 $\delta_A<\delta_A(\delta_B)$ 且 $\lambda\delta_B<r$ 时（记为 $\mathcal{P}_{10}(3)$），额外的均衡是 (d,d)；当 $\delta_A>\delta_A(\delta_B)$ 且 $\lambda\delta_B<r$ 时（记为 $\mathcal{P}_{10}(4)$），额外的均衡是 (nd,d)。

(11). 在 $\mathcal{P}_{11}=\{(\delta_A,\delta_B)\mid r/2<\delta_A<r,\delta_A<\delta_B<r\}$ 下，可行的组合为 (d,d)，(n,d)，(d,n)，(nd,n)，(n,nd) 和 (n,n)。可验证此时 (d,d) 一定为均衡。除了 (d,d) 外，其余可能的均衡取决于(31)和(32)。当 $\delta_A<\hat{\delta}(\lambda)<\delta_B$ 时（记为 $\mathcal{P}_{11}(1)$），额外的均衡是 (n,nd)；当 $\hat{\delta}(\lambda)<\delta_A<\delta_B$ 时（记为 $\mathcal{P}_{11}(2)$），额外的均衡是 (n,nd) 和 (nd,n)；当 $\delta_A<\delta_B<\hat{\delta}(\lambda)$ 时（记为 $\mathcal{P}_{11}(3)$），唯一的均衡只有 (d,d)。

(12). 在 $\mathcal{P}_{12}=\{(\delta_A,\delta_B)\mid \lambda r<\lambda\delta_A<3t+r\}\cup\{(\delta_A,\delta_B)\mid \lambda\delta_A>3t+r,\lambda\delta_B>\lambda\delta_A+3t\}$ 时，(nd,nd) 是可行的。在 $\lambda(\delta_B-r)<3t$ 这个子空间内，所有 9 种组合都可行，则此时 (nd,nd) 是唯一的占优均衡。在 $\mathcal{P}_{12}$ 但 $\lambda(\delta_B-r)>3t$ 中，虽然有些组合不可行，但此时给定除了 (nd,nd) 之外的其余 8 种组合的某个组合，一定有一方可以偏离至 nd，且因 nd 的占优性，因此双方一定可以偏离至 (nd,nd)。

(13). 在 $\mathcal{P}_{13}=\{(\delta_A,\delta_B)\mid \lambda\delta_A>3t+r,\lambda\delta_B<\lambda\delta_A+3t\}$ 时，可行策略为 (nd,nd)，(nd,n)，(d,d)，(n,nd) 和 (n,n)。与 $\mathcal{P}_{12}$ 类似的是，(nd,nd) 是一个均衡。然而与 $\mathcal{P}_{12}$ 不同的是，给定 (d,d)，任意一家厂商都无法偏离到其他策略，所以 (d,d) 是另一个均衡。

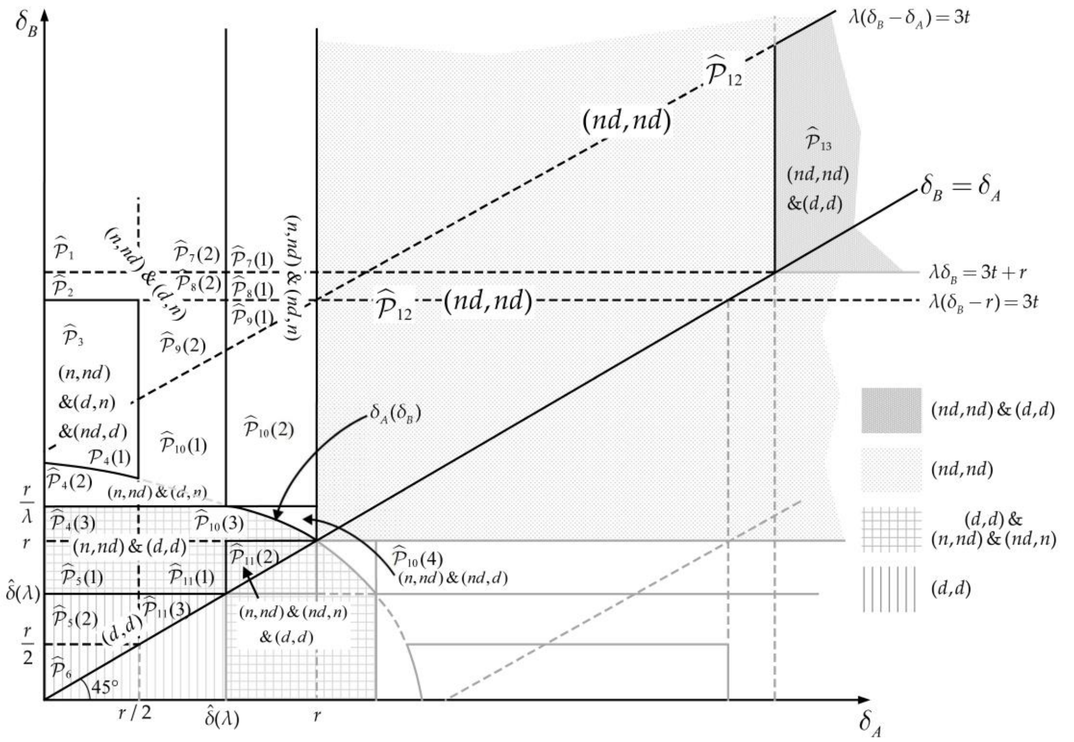

图 3：可选协议为$\{d,n,nd\}$时的均衡（$\delta_B>\delta_A$）

引入不对称偏好后的均衡结果可由图 3 所示。其中，四片阴影区域分别对应着对称情形下即图 1 所示的四个均衡区域，即$\mathcal{P}_1$，$\mathcal{P}_2$，$\mathcal{P}_3$和$\mathcal{P}_4$。显然，当$\delta_A=\delta_B=\delta$时，图 3 的 45°对角线等同于图1（定理 1）。当9 种协议组合均可实施时，参数条件为$r<\delta_A<\delta_B<(3t+r)/\lambda$，此时$(nd,nd)$是唯一的均衡（推论 1）。显然，当$\delta_A$和$\delta_B$相差较大时，有些协议组合无法被选择，会出现非对称均衡或多重均衡。

B.2 当可选政策为{*d*,*n*}时

与正文逻辑类似，在剔除了nd策略后，收益矩阵的维度是2×2。依然以$\delta_B>\delta_A$为例（对于$\delta_A>\delta_B$，将 A 和 B 的位置互换即可得到对应的均衡结果）：

(1). 在$\mathcal{P}_1=\{(\delta_A,\delta_B)\mid\lambda\delta_B>3t+r>\lambda\delta_A,\lambda\delta_B>\lambda\delta_A+3t\}$下，$(d,n)$和$(n,n)$为可行组合。此时，

$$\pi_A^*(d,n)>\pi_A^*(n,n)\Leftrightarrow\lambda\delta_A<r \tag{33}$$

若成立（记为$\mathcal{P}_1(1)$），则均衡为(d,n)。否则（记为$\mathcal{P}_1(2)$），均衡为(n,n)。

(2). 在$\mathcal{P}_2=\{(\delta_A,\delta_B)\mid\lambda\delta_A+3t<\lambda\delta_B<3t+r\}$下，可行组合为$(n,d)$，$(d,n)$和$(n,n)$。此时，(33)成立，且$\pi_B^*(n,d)<\pi_B^*(n,n)$，因此唯一的均衡是$(d,n)$。

(3). 在$\mathcal{P}_3=\{(\delta_A,\delta_B)\mid\lambda\delta_A<\lambda\delta_B<\lambda\delta_A+3t,\lambda\delta_B<3t+r\}$下，4 种组合都是可行的。当(33)成立时，对 A 而言d是占优策略，否则n是占优策略。当(30)成立时，对 B 而言n是占优策略，否则d是占优策略。这样，当(30)不成立时（记为$\mathcal{P}_3(1)$），均衡为(d,d)；当(33)和(30)都成立时（记为$\mathcal{P}_3(2)$），均衡为(d,n)；当(33)不成立但(30)成立时（记为$\mathcal{P}_3(3)$），

均衡为(n,n)。

(4). 在$\mathcal{P}_4=\{(\delta_A,\delta_B)\mid 3t+r<\lambda\delta_B<\lambda\delta_A+3t,\lambda\delta_A<3t+r\}$下，可行策略是$(d,n)$，$(d,d)$和$(n,n)$。此时$\pi_A^*(d,n)<\pi_A^*(n,n)$且$\pi_B^*(d,d)<\pi_B^*(d,n)$。此时，唯一的均衡时$(n,n)$。

(5). 在$\mathcal{P}_5=\{(\delta_A,\delta_B)\mid \lambda\delta_A<\lambda\delta_B<\lambda\delta_A+3t,\lambda\delta_A>3t+r\}$下，可行策略组合是$(d,d)$和$(n,n)$。因此两个纳什均衡为$(d,d)$和$(n,n)$。

(6). 在$\mathcal{P}_6=\{(\delta_A,\delta_B)\mid \lambda\delta_B>\lambda\delta_A+3t,\lambda\delta_A>3t+r\}$下，可行的策略只有$(n,n)$。

上述均衡结果可由图 4 表示。其中，沿着 45° 线（$\delta_A=\delta_B=\delta$），均衡切换的临界条件即$\lambda\delta=r$和$\lambda\delta=r+3t$与定理 4 一致。图 4 的阴影区域对应着图 2 即对称情形时的$\mathcal{P}_1'$，$\mathcal{P}_2'$和$\mathcal{P}_4$。当δ_A与δ_B相差较大时，会出现非对称均衡。例如，若向 B 披露隐私导致的负效用更高，会出现(d,n)均衡；反之会出现(n,d)均衡。

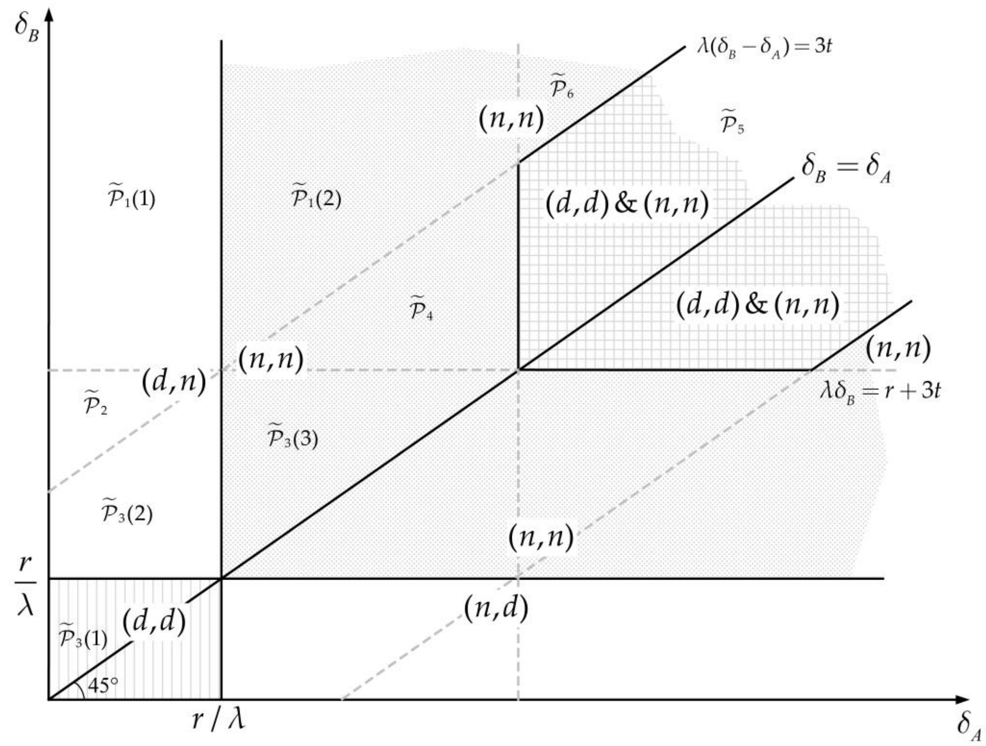

图 4：可选协议为$\{d,n\}$时的均衡（$\delta_A\neq\delta_B$）

参考文献

[1]. 程啸.论大数据时代的个人数据权利[J].中国社会科学,2018(03):102-122+207-208.

[2]. 李三希,武玙璠,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[J].经济研究,2021,56(01):43-57.

[3]. 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[J].中国工业经济,2022(04):156-173.

[4]. 汪敏达,李建标.隐私经济学：研究述评与展望[J].外国经济与管理,2022,44(04):3-17.

[5]. 徐翔,厉克奥博,田晓轩.数据生产要素研究进展[J].经济学动态,2021(04):142-158.

[6]. 郑捷.算法推荐、价格歧视与消费者隐私[J].数据,2021(12):43-45.

[7]. Acquisti A, Taylor C, Wagman L. The economics of privacy[J]. Journal of Economic Literature, 2016, 54(2): 442-92.

[8]. Beresford A R, Kübler D, Preibusch S. Unwillingness to pay for privacy: A field experiment[J]. Economics letters, 2012, 117(1): 25-27.

[9]. Bounie D, Dubus A, Waelbroeck P. Selling strategic information in digital competitive markets[J]. The RAND Journal of Economics, 2021, 52(2): 283-313.

[10]. Casadesus-Masanell R, Hervas-Drane A. Competing with privacy[J]. Management Science, 2015, 61(1): 229-246.

[11]. Chen Z, Choe C, Matsushima N. Competitive personalized pricing[J]. Management Science, 2020, 66(9): 4003-4023.

[12]. Choe C, King S, Matsushima N. Pricing with cookies: Behavior-based price discrimination and spatial competition[J]. Management Science, 2018, 64(12): 5669-5687.

[13]. Choi J P, Jeon D S, Kim B C. Privacy and personal data collection with information externalities[J]. Journal of Public Economics, 2019, 173: 113-124.

[14]. Conitzer V, Taylor C R, Wagman L. Hide and seek: Costly consumer privacy in a market with repeat purchases[J]. Marketing Science, 2012, 31(2): 277-292.

[15]. Dengler S, Prüfer J. Consumers' privacy choices in the era of big data[J]. Games and Economic Behavior, 2021, 130: 499-520.

[16]. Fudenberg D, Tirole J. Customer poaching and brand switching[J]. RAND Journal of Economics, 2000: 634-657.

[17]. Garratt R J, Van Oordt M R C. Privacy as a public good: a case for electronic cash[J]. Journal of Political Economy, 2021, 129(7): 2157-2180.

[18]. Hoffmann F, Inderst R, Ottaviani M. Persuasion through selective disclosure: implications for marketing, campaigning, and privacy regulation[J]. Management Science, 2020, 66(11): 4958-4979.

[19]. Ichihashi S. Online privacy and information disclosure by consumers[J]. American Economic Review, 2020, 110(2): 569-95.

[20]. Jentzsch N, Sapi G, Suleymanova I. Targeted pricing and customer data sharing among rivals[J]. International Journal of Industrial Organization, 2013, 31(2): 131-144.

[21]. Kim B C, Choi J P. Customer information sharing: Strategic incentives and new implications[J]. Journal of Economics & Management Strategy, 2010, 19(2): 403-433.

[22]. Liu Q, Serfes K. Customer information sharing among rival firms[J]. European Economic Review, 2006, 50(6): 1571-1600.

[23]. Montes R, Sand-Zantman W, Valletti T. The value of personal information in online markets with endogenous privacy[J]. Management Science, 2019, 65(3): 1342-1362.

[24]. Shy O, Stenbacka R. Customer privacy and competition[J]. Journal of Economics & Management Strategy, 2016, 25(3): 539-562.

[25]. Taylor C, Wagman L. Consumer privacy in oligopolistic markets: Winners, losers, and welfare[J]. International Journal of Industrial Organization, 2014, 34: 80-84.

[26]. Villas-Boas J M. Dynamic competition with customer recognition[J]. The Rand Journal of Economics, 1999: 604-631.