内部资料　注意保存

中国社会科学院金融研究所支付清算研究中心
Research Center of Payment & Settlement, IFB

支付清算评论

2021 年第 8 期(总第 87 期)　　2021 年 8 月

目 录

生物支付模式创新边界探讨 2
中央银行数字货币设计* 8

生物支付模式创新边界探讨

近日，有媒体报道称微信正内测一项名为“刷掌支付”的全新支付功能，并将其誉为“新一代支付体验”。根据目前的公开信息，这是国内首个支持刷脸支付设备上进行刷掌支付的应用，刷脸设备上注册手掌并刷脸关联到微信账号，消费时刷掌就可支付。从密码支付到指纹支付、刷脸支付、以及“刷掌支付”，支付模式的不断创新，在带给消费者多元化体验和更高程度的支付安全的同时，也意味着消费者需要提供更多的隐私数据。而支付系统本身也变得更复杂、更不稳定。支付模式的创新，仍然需要以支付场景和支付服务为导向，建立合理的创新边界、推动支付业务合理健康发展。

一、生物支付模式创新背景

目前，全球生物支付模式总体处于“指纹支付”向“刷脸支付”过渡的阶段。在国外，刷脸支付成为支付模式创新的重要方向。例如，近期日本 4 家金融和技术企业将联手开发人脸识别支付系统，这 4 家日本企业分别是理索纳银行、日本松下系统科技公司、JCB 国际信用卡公司和大日本印刷公司。据日本共同社报道，这几家企业各有优势：日本松下系统科技公司掌握人脸识别技术，大日本印刷公司在数字化识别认证领域有实力，JCB 则长于结算服务。根据设想，让事先注册信息的顾客在银行存取款、商店购物时“刷脸”完成认证，无须出示证件，即可完成支付。从国内来看，刷脸支付也得到了广泛地推广，银行、第三方支付均拥有独立的刷脸支付系统。

相比较而言，“刷掌支付”在生物支付中属于新兴技术。2020 年

9 月，亚马逊发布了手掌掌纹识别技术 Amazon One，该技术最初应用于实体零售店的缴费环节，实现刷“手”结账。对于技术本身，亚马逊表示，掌纹扫描设备能捕捉手掌的细微特征，包括纹路等表面细节以及静脉图案等皮下特征，从而创建掌纹签名。

2021 年年初，亚马逊在美国西雅图 3 个无现金 Amazon Go 门店试点使用了新型手掌识别支付技术“Amazon One”。据悉，消费者将掌纹和支付卡或亚马逊账户绑定后就可以扫手掌支付。

到 2021 年 8 月，亚马逊开始尝试推广其掌纹支付，如果用户在亚马逊无人商店注册自己的掌纹并将其关联至亚马逊账号，那么可以获得大约 10 美元的优惠券。

虽然不像人脸信息的弱隐私特征，存在较高的安全风险，但掌纹依旧属于生物信息，在美国也引发了一系列的讨论。亚马逊对于掌纹数据储存情况的回应是，会无限期地存储掌纹数据，除非用户选择在完成所有交易后删除数据，或是两年没有使用掌纹支付功能。这也引发了公众对于生物支付技术与隐私保护矛盾的讨论。

二、生物支付模式比较

目前市场上主流的刷脸支付，大多为 3D 结构光摄像头。所谓 3D 结构光技术，是通过近红外激光器，将具有一定结构特征的光线投射到被拍摄物体上，再由专门的红外摄像头进行采集。这种具备一定结构的光线，会因被摄物体的不同深度区域，而采集不同的图像相位信息，然后通过运算单元将这种结构的变化换算成深度信息，以此来获得三维结构。

简单来说就是，通过光学手段测绘物体的深浅，进而应用。目前以 3D 结构光为代表的线下刷脸支付应用已获得监管部门的初步认可。此前，中国人民银行科技司司长李伟曾发文表示，“线下刷脸支付技术已较为成熟，具备了试点应用的基本条件”。

但在支付体验上仍然有一些短板，比如女性化妆过度，影响了面容深浅重要数据，造成无法识别；再如面容不够自然。特别是 2020 年年初，新冠疫情爆发，严重影响了整体商业的发展，在全民戴口罩的背景下，刷脸支付也受到了极大的冲击。疫情防控措施带来的识别准确率下降，也暴露了刷脸支付自身的技术障碍。

此外，随着 AI 技术的快速发展，人脸合成难度逐渐降低，技术的进步直接威胁到刷脸支付的安全性。

与刷脸支付相比，以亚马逊的 Amazon One 为代表的掌纹识别技术，一大特点是非接触，手掌悬空既可完成支付。此外，从技术角度分析，刷掌识别可以获取的信息，既包括手掌的纹路，也包括掌静脉信息。掌静脉识别获取的是掌静脉的图像特征，是掌活体时才存在的特征。在该系统中，非活体的手掌是得不到静脉图像特征的，因此无法识别，也就无法造假。掌静脉的一大特点是，可以支持非接触技术。在相关报道引用中，有媒体表示日本富士通就有相关掌纹识别技术，但其实该方案是掌静脉方案。但该项技术带来的就是过高的支付成本和推广成本，尚不具备大规模应用的条件。

三、生物支付模式创新边界

生物支付模式作为支付方式的创新技术，本质和核心仍然应围绕

“支付”展开。因此，在安全、便捷、用户体验、成本等方面仍然需明确边界，才能实现良性循环和发展。

首先是安全性与用户隐私性的边界。生物支付基于用户的生理特征（例如面部、指纹等）作为支付核验媒介，就目前的支付模式而言是安全度最高的，但同时也意味着用户需要向支付机构提供大量的个人信息，这就造成生物支付模式往往会侵犯用户个人隐私，带来纠纷。近两年生物识别相关应用的舆情较为复杂，“戴头盔买房”、“人脸第一案”、“315 曝光非法采集人脸”等一系列事件，一定程度上影响了人们使用刷脸支付的积极性。2015-2020 年中国支付清算协会的相关报告显示，移动支付用户使用生物识别的意愿比例正在下降，说明边界冲突确实会影响用户的行为选择。

2021 年 7 月 28 日，最高人民法院发布《关于审理使用人脸识别技术处理个人信息相关民事案件适用法律若干问题的规定》。规定针对信息处理者处理人脸信息的特定情形，明确了属于侵害自然人人格权益的行为，具体包括未公开处理人脸信息的规则或者未明示处理的目的、方式、范围，未采取应有的技术措施或者其他必要措施确保其收集、存储的人脸信息安全，致使人脸信息泄露、篡改、丢失等。该规定一定程度上明确了生物支付的隐私性边界，但是在实际界定与操作中往往存在标准不明晰、界定难度大、维权成本高等问题，未来仍需要进一步摸索。

其次是便捷性和支付成本的边界。生物支付较密码支付更加快捷，可以实现非接触支付，这对于人流量庞大的场景、或者操作不便的用

户，具有较大的吸引力。但是，随着生物支付技术的更新换代，支付设备也需要同步更新，其推广成本、维护成本都明显较高。如果最终这些成本仍将会转嫁到商家或者用户的交易中，这也违背了支付本身的发展定位。

特别是随着支付市场的快速发展，国内零售支付的市场需求已经逐渐饱和，供给已经非常充分，支付服务价格几乎是全球最低，令人“眼花缭乱”的支付工具创新的边际效益递减。在创新成本居高不下的背景下，如何保证支付便捷性的可持续发展，也是企业需要面临的现实约束。

最后是大型科技企业技术创新与支付的边界。当前大型科技企业快速发展，并在支付、金融等领域的业务布局不断壮大。从生物支付模式创新的路径来看，科技企业在技术创新中扮演了重要角色，例如2011-2013 年期间快捷支付的出现和发展，为后来的“支付+”探索奠定了基础；2013 年 6 月余额宝推出，其实质是货币市场基金加上消费支付，实现了互联网时代的支付与理财功能融合，成为金融“支付+”的萌芽，并在我国特定的大数据与金融市场环境下迸发出巨大力量；2014-2015 年期间，条码支付从“叫停”到快速发展，彻底打通了线下与线上场景的隔离，使得大型平台的 020 规模效应充分体现出来。

支付行业的快速发展中也滋生了很多问题。根据中国人民银行发布的相关信息，金融管理部门推动蚂蚁集团进行整改的首要问题，就是“回归支付本源，提升交易透明度，严禁不正当竞争”。事实上，我

国大科技公司（BigTech）的快速发展，与非银行支付机构体系的壮大、移动支付工具及商业模式的创新密切相关。支付业务作为金融活动的重要基础设施，需要严格纳入金融监管的框架之下。因此，技术的创新与支付业务的协调，是未来监管机构与支付企业、科技企业需要共同探索的课题。

中央银行数字货币设计*

Itai Agur，Anil Ari，Giovanni Dell'Ariccia

2019 年 11 月

［**摘 要**］我们对中央银行数字货币（CBDC）最优设计的研究基于以下背景：依据对匿名性和安全性的偏好的不同，我们将支付工具其分类为现金、CBDC 和银行存款；同时，网络效应使得使用某支付工具的便利性依赖于该工具的用户数量。CBDC 可以被设计成拥有类似于现金或存款的属性，同时也可以计息：与存款激烈竞争的 CBDC 会降低银行的信贷和产出，而类似现金的 CBDC 则可能导致现金消失。因此，最优的 CBDC 设计应在银行中介与维护支付工具多样性的社会价值之间进行权衡，计息的 CBDC 会在网络效应发挥作用的时候缓解这种此消彼长的取舍关系。

一、引 言

当前支付系统正在迅速发展，或者从更本质上说是货币在迅速发展。数字网络和信息技术的发展以及基于互联网的零售份额的增加，为点对点数字交易创造了需求和技术空间，这有可能从根本上改变支

* 本文是为 Carnegie-Rochester 公共政策系列会议（“2020 年代及未来的中央银行”）准备的。我们要感谢 Todd Keister、Morten Bech、Maria Soledad Martinez Peria、Tommaso Mancini-Griffoli、Marcello Miccoli、Beat Weber、, Baozhong Yang、Jacky So、Garth Baughman，以及来自 IMF、美联储、英格兰银行 、欧洲央行、以色列银行、剑桥大学、第十二届保罗·伍利中心会议、第十二届瑞士冬季金融中介会议、第十九届 FDIC / JFSR 会议、ONB / BIS / CEBRA 数字货币会议、亚特兰大联储会议 关于未来的金融体系、ADBI 金融技术大会、IMF 第二届年度宏观金融会议以及 RESMF-FRBIF 关于金融周期和中央银行的研讨会的读者发表的宝贵的意见。

付和金融中介系统。中央银行一直在考虑是否以及如何适应这个变化，许多国家的央行正在探索发行中央银行数字货币（CBDC）的思路，这是一种将广大公众对数字货币访问权扩大到中央银行储备，而不是将其限制于商业银行的新型法定货币[①]。CBDC 可以将存款的数字性质与现金的点对点交易结合起来，但它是否也类似于以中央银行账户形式出现的存款，或者还是更接近现金成为数字代币？它是像银行存款那样支付利率，还是像现金一样将其名义收益固定为零[②]？本文建立了一个理论框架，旨在分析 CBDC 的设计、货币类型需求和金融中介之间的关系。

支付工具使用的变动在存在网络效应的情况下变得特别具有破坏性。例如，随着现金使用量的减少，银行可能会减少自动取款机、商店也可能拒绝接受现金，这就是瑞典目前的经历（Sveriges Riksbank，2018b）。由于这种网络效应，当某支付工具的使用量降到关键阈值以下时，这种支付工具就可能会消失，CBDC 的成功引入可能有打破平衡的风险。网络效应是本文模型的关键特征。

本文的出发点是一个基于银行、企业和家庭的静态经济体。在该经济体中，银行收集存款和向企业提供信贷，并以此来创造社会价值：

[①] 有关正在进行的 CBDC 计划的概述请参见 Mancini-Griffoli et al.（2018）， BIS (2018) 和 Prasad (2018)。国际清算银行（2018）和普拉萨德（2018）。 在对 63 家中央银行的调查中，三分之一的中央银行认为中期内 CBDC 是有可能实现的（Barontini and Holden，2019）。 值得注意的是，中国、挪威、瑞典和乌拉圭的中央银行正在积极研究引入 CBDC 的可能性。预计 Sveriges Riksbank 将决定在 2019 年推出 eKrona，而乌拉圭中央银行已成功进行了 CBDC 试点（Bergara and Ponce,2018; Norges Bank,2018; Sveriges Riksbank，2018a）。

[②] CBDC 的其他设计方面参见 Mancini-Griffoli et al. (2018)，主要包含例如传播、保护和清除 CBDC 的方法在内的操作性问题。

如果企业的项目无法获得银行贷款，其价值就会减少[①]。银行和企业的竞争也都是完全的。

家庭面临 Hotelling 线性城市，他们最大程度地减少可用货币形式与偏好之间的差距。家庭对交易的匿名性和安全性有不同的偏好，我们用一条以现金和存款为两个极端值的轴表示这种偏好：现金在交易中具有匿名性，银行存款则更安全[②]。CBDC 可以出现在轴上两端之间的任何一个地方，具体位置取决于 CBDC 的不同设计特征。例如，中央银行可以提供部分的匿名性（例如面向第三方而非当局），或者设置交易限额，在此限额以下保留匿名性，也可以给匿名设置触发条件，仅在有法院命令的情况下或者中央银行研究对 CBDC 进行研究的情况下取消匿名（Mancini-Griffoli et al.，2018）。

总体而言，考虑到 CBDC 的设计，家庭可根据以下三个方面来实现货币的最优分类：第一，其（异质性）偏好；第二，网络效应，这源于使用付款工具的便利性与其用户数量之间的关系；第三，存款利率以及可能的 CBDC 利率。

我们的框架为福利分析和最优 CBDC 设计提供了新颖且与政策相关的见解。在我们的模型中，由于家庭偏好的异质性，支付工具的多

[①] 我们对公司的银行融资所提供有效收益的程度进行了参数化和变动。关于存款机构在中介过程里的特殊作用，请参见 Diamond and Rajan（2001）和 Donaldson et al.（2018），Merrouche and Nier（2012）也提供了相关的经验性证据

[②] 关于支付工具选择的实证研究在异质偏好的研究中发挥了核心作用（Wakamori and Welte，2017）。 有关衡量匿名偏好和 CBDC 潜在需求的经验性成果参见 Athey et al.（2017），Borgonovo et al.（2018）和 Masciandaro（2018）。

样性会带来福利的增加。CBDC 能融合现金和存款的功能而具有社会价值。正如 Lagarde（2018）所强调的那样，存在这样一种对部分匿名的支付方式的潜在需求，这种支付方式可以保护消费者免受用个人交易数据进行信用评估的影响[①]。

与此同时，引入 CBDC 会带来一定的福利成本，挤出对现金和存款的需求[②]。特别的，类似于现金的 CBDC 可以将现金需求减少到网络效应会导致现金消失的程度。但是类似存款的 CBDC 设计会导致存款和贷款利率的提高，以及对企业的银行贷款减少。由于关系贷款存在摩擦，银行中介业务的减少也会减少投资和产出[③]。

福利最优的 CBDC 设计取决于 CBDC 是否计息以及网络效应的重要程度。当 CBDC 不计息时，它与现金的相似性成为唯一的设计工具。银行在减轻借贷摩擦中的作用越重要，最优 CBDC 设计类型就越类似于现金。但是网络效应扭曲了这个最佳设计问题，因为家庭所重视的支付工具类别难以维持。然后出现了非线性的最佳设计模式：增加银行的附加值会使得最佳设计向现金转变，直到某一点为止，该点之后

[①] 正如 Yao（2018）在中国背景下讨论的那样，技术发展使得这种可能性越来越多地得以实现，这也为我们在附录 D 中开发的微观基础（microfoundations）提供支持。

[②] 尽管如此，在实现最佳设计的前提下，CBDC 也肯定会在我们的框架内带来总体福利的提高。总体福利增加的同时也会产生分配效应，CBDC 的使用会使得一些家庭的状况更糟。我们将在 3.3 节中分析这些分配效应。

[③] 中央银行可以通过向银行提供廉价流动性来弥补损失的存款，从而缓解银行放贷的下降。但是两方面的原因可能阻碍这种作用的效果：其一，银行融资的能力可能取决于其对存款的依赖程度（例如，参见 Diamond and Rajan，2001; Donaldson et al.，2018）。其二，该政策将使中央银行永久地暴露在信贷风险之中。

CBDC 的设计就会被限制为保留现金。也就是说，除非基于银行的中介效果足够珍贵，否则 CBDC 就会采用一种会消除现金的设计，并且利用不完全匿名的 CBDC 取代现金的方式来实现这一点。

只要网络效应不会对政策造成限制，CBDC 的利率就最好保持在零，因为这会导致家庭选择支付工具时出现价格扭曲。与银行利率有所不同，来源于总额税的 CBDC 在支付利率的时候并不会有产出效果。因此与 CBDC 的支付属性相比，CBDC 的利率是次优工具，后者的设计重点是满足某些家庭的需求。

但是当网络效应出现时，可调整的 CBDC 利率对中央银行来说是有显著意义的。如果引入 CBDC 会导致现金消失，CBDC 的负利率就可以弥补这一损失[①]。的确，当家庭对支付工具的多样性足够在意时，最优的计息 CBDC 将始终维持现金的存在，同时限制 CBDC 对银行中介的影响。该发现与政策制定有关，因为所有正在进行的中央银行 CBDC 项目都集中于设计不计息的 CBDC。

在几个扩展情形中，我们调查了除网络效应之外的其他因素是否会导致最优 CBDC 利率偏离零。替代生产函数对此没有影响，而银行的市场支配力却很重要，因为它诱使中央银行促进 CBDC 与存款产生激烈竞争，这种情况下，即便网络效应依然存在，最优 CBDC 利率也会偏离零值。在另一扩展情形中也是如此：家庭不喜欢其他家庭支付

[①] 除了满足家庭的偏好以外，当一部分人由于“数字文盲”或非正式原因而无法或不愿使用数字支付方式进行交易时，现金的消失可能会减少经济活动。对此类成本进行的实证评估参见 Chodorow-Reich et al.（2018）。

活动中的匿名性。也就是说，支付的匿名性会带来负面外部效应，因为这可能会刺激非法活动。此时中央银行又要肩负起消除外部性的责任，因此可以得出这样的结论，在 CBDC 计息时，福利是严格更高的。在最后的拓展情形中，我们提供了一个模型，该模型中的住户可以选择现金和基于存款的支付服务，其中基于存款的支付服务与交易数据相关的信贷服务等捆绑在一起，以此构建支付偏好线性城市的微观基础，并强调了对支付属性之外的 CBDC 的潜在需求。

我们的论文与有关近期越来越多有关 CBDC 的文献紧密相连。其中一些文献关注了 CBDC 对银行业的影响。Andolfatto（2018）和 Chiu et al.（2019）建立了 CBDC 通过减少银行的存款市场力量来提高福利水平的模型，而 Brunnermeier and Niepelt（2019），Kim and Kwon（2019）和 Miccoli（2019）则模型化了银行恐慌与 CBDC 可用性之间的关系[①]。在 Keister and Sanches（2019）的研究中，CBDC 则致力于以存款挤出为代价的交换效率。

与以往文献相比，本文的首要贡献是，当存在网络效应时，如何在保持支付工具的有效性与减轻 CBDC 对金融中介不利影响之间进行权衡。第二个贡献是，与不提供利息的 CBDC 相比，提供利息的 CBDC 何时和为什么更难解决这种权衡[②]。

---

① 还有大量的政策文献讨论了 CBDC 的金融稳定性影响，参见 Bech and Garratt(2017); Fung and Halaburda(2016); He et al., 2017; Kahn et al., 2019。

② 在我们的框架中，CBDC 的利率包含与持有 CBDC 相关的任何类型的补贴或成本。例如，乌拉圭中央银行的试点为 CBDC 持有人提供了补贴（Bergara and Ponce，2018）。此外，我们关注的是 CBDC 利率对金融中介和现金使用的稳态影响，而不是它们在整个经

我们的论文还与支付系统和网络效应方面的文献相关。我们对网络效应的建模紧随 Katz and Shapiro（1985）的开创性工作。Katz and Shapiro（1985）研究公司引入相互兼容产品的决策，我们则研究于社会计划者引入和设计新支付工具的决策。在有关支付系统的文献中，网络效应的分析和衡量都集中在信用卡和借记卡网络上（Bounie et al.，2017; Chakravorti，2010; Rochet and Tirole，2006）[①]。与之相反，我们研究了一种新货币形式对现有支付工具和福利的影响。最后，支付多样性的价值与国际贸易中产品多样性的价值是相似的（Krugman，1979）。但我们的模型并非建立在对多样性的热爱之上，而是建立在多样性最能满足异质性偏好的事实之上。

在本文的其余部分安排如下:第二部分对介绍模型，第三部分分析了最优的 CBDC 设计，第四部分是总结，模型的扩展部分列示在附录中。

二、支付工具模型

我们对一个由家庭、银行、公司和意在实现福利最大化的中央银行组成的金融经济体分两个阶段进行考察。在第一阶段，中央银行决定是否以及以何种形式引入 CBDC。在第二阶段，家庭在进行交易的时

济周期中对货币政策的影响。关于 CBDC 与货币传导之间的关系，请参见 Agarwal and Kimball（2015、2019），Assenmache and Krogstrup（2018），Barrdear and Kumhof（2016），Bordo and Levin（2017），Bjerg（2017），Davoodalhosseini（2018），Goodfriend（2016），Meaning et al.（2018），Niepelt（2019）。

[①] 关于加密货币的文献也考虑了战略性调整和适应性均衡的作用（Biais et al，2019,2018; Bolt and Van Oordt，2019）。

候，在持有现金、银行存款和持有 CBDC 之间进行权衡；而银行使用从家庭中获得的存款向企业提供贷款，从而产生消费品。

除了支付工具所提供的利率之外，家庭还重视支付工具的匿名性和安全性两个属性，并且对其相对重要性有着不同的偏好。我们模型的核心是这两个属性之间的权衡关系，因为与个人身份脱钩的交易会导致可追溯性的丧失，从而给持有人带来风险。例如，存款账户相对安全且可追溯，现金却很容易发生意外损失和盗窃[①]。现金丢失之后没有任何索偿权利，这源于现金完全匿名的不争事实。

付款方式的匿名程度与确保付款方式的安全性之间的内在联系延伸到了数字货币领域。如果 CBDC 采用令牌形式，则只能达到现金的匿名性，例如可以通过未经独立验证的用户账户访问的加密货币，或者可以在商店或在线购买的无名支付卡。这些形式的 CBDC 也将遭受与现金相关的丢失和被盗风险，无论是物理上（例如卡丢失）还是数字上（例如不可追踪的账户信息丢失）。 在另一种极端情况下，只能使用官方身份证明在中央银行开立的账户将有类似银行存款的安全性和可追溯性。但是与现金和存款不同，CBDC 通过不同设计可以在匿名性和安全性之间实现不同程度的均衡[②]。例如，匿名性可以只针对第三方，交易可以被记录但不能被中央银行访问，除非交易违反了规

[①] 我们抽离了银行存款的违约风险，由于存款保险和隐含的救助担保，在正常情况下该风险可以忽略不计。

[②] 尽管某些法律管辖区允许提供一定程度匿名性的存款账户，但这些账户通常与支付服务不兼容。此外，存款中的匿名性可能会破坏其与关系贷款的互补性（参见 Donaldson et al.，2018）。

模限制和/或被怀疑存在不当行为。

我们将上述这些考量形式化为匿名性-安全性范围[0,1]，其中较高的值表示更大程度的匿名性和更低的安全性。如果让x_j表示每种货币类型 j 在匿名性-安全性范围中的位置，则现金（以 c 表示）位于该范围顶部$x_c = 1$，存款（以 d 表示）位于底部$x_d = 0$，并且 CBDC 位于$x_{cbdc} = \theta$处，其中$\theta \in [0,1]$是由中央银行确定的设计参数。此外，中央银行为 CBDC 提供（净）利率r_{cbdc}，可以是任何（正，零或负）值。 因此在我们的框架中，组合(θ, r_{cbdc})就可以描述 CBDC 设计特征。

该模型经济体中存在两个重要的摩擦：关系借贷摩擦和支付交易中的网络外部性。关系贷款摩擦表现为阻碍家庭直接向公司贷款的信息不对称，这些公司有需要融资的正净现值项目。在此情况下，公司会依靠银行中介获得融资或者将其项目清算。银行中介的重要性与公司生产能力 A 与公司项目的清算价值ϕ之间的差距成正比。当$(A-\phi)$更高的时候，给定银行存款与信贷的下降会导致更急剧的产出和消费下降。

网络外部性会导致不常用的支付工具的无用成本上升。我们用η_j表示使用货币类型 j 带来的无用成本，并使用下述函数形式

$$\eta_j = \max\{0, g(s_j)\} \forall j \in \{c, cbdc, d\}$$
$$g(1) < 0, g(0) > 0, g'(.) < -1 \quad (1)$$

其中，s_j代表家户部门持有 j 类型货币的比例。η_j公式面临有两种限制：首先，我们隐含地假设，对于给定的用户份额s_j，不同货币类型

的网络外部性是等效的；其次，最大运营商和对$g(.)$的限制意味着，仅当使用某货币类型的家庭所占份额不足阈值时，网络外部性才会发挥作用。为方便起见，我们将这个阈值定义为$\underline{s} \equiv g^{-1}(0)$，其中$0 < \underline{s} < 1$。一旦网络外部性发挥作用，$g'(.) < -1$的限制条件将确保产生这样的连锁反应：每个更换为不同货币类型的家庭都会激励另一个家庭也进行货币类型的更换，直到该货币类型不再被使用。通过消除不稳定的均衡，并确保使用中货币类型的均衡份额不受网络外部性的影响，上述设定有利于处理的便捷性。

下面我们将详细解释家庭、银行、企业和中央银行的活动，然后继续进行描述和福利分析。

（一）代理商及其最佳策略

1. 家庭

家庭部门的偏好$i \in [0,1]$在匿名-安全性范围上唯一且连续分布[①]。家庭部门各自不同的初始禀赋包括公司份额和流动性资产，并被标准化为 1。家庭的流动性资产被储存在货币类型 j 中，并且在每一阶段的最终时刻用来购买消费品，$j \in \{c, d, cbdc\}$[②]。最重要的是，家庭无法通过在交易中混合使用各种形式的货币来达到自己的偏好 i，因为交易的匿名性与该交易中所使用最低匿名性支付工具一致。换句话说，

① 为便于处理，我们采用均匀分布。我们的定性结果可以推广到任何具有连续的支持和足够尾部权重的单峰值分布，以确保在没有 CBDC 的情况下，存款和现金都可以用作支付工具。

② 假定所有类型的货币都按面值交易。

匿名性是不可分隔的[①]。

家庭部门的预算约束是：

$$C_j = 1 + r_j - T + \pi \qquad (2)$$

其中C_j表示消费，π是公司利润的分红，r_j是资金持有的（净）利润，表示为：

$$r_j = \begin{cases} 0 & \text{if } j=c \\ r_{cbdc} & \text{if } j=cbdc \\ r_d & \text{if } j=d \end{cases} \qquad (3)$$

$T = r_{cbdc} S_{cbdc}$是用来给 CBDC 利息融资的一次性税收（或等价的说，是$r_{cbdc} < 0$时进行收入重新分配的一次性转移支付）[②]。

家庭的效用最大化问题可以表述为：

$$\max_{j \in \{c,d,cbdc\}} U_i(j) = \rho C_j - |x_j - i| - \eta_j \qquad (4)$$

并且遵从上述预算约束式（2），$|x_j - i|$代表选择不同于家庭匿名-安全偏好 i 的支付方式的效用成本，而 $\rho > 0$ 表示相对于支付偏好而言的边际消费效用[③]。网络效应由（1）定义的η_j表示。拥有偏好 i 的家庭部门的家庭问题最终结果服从以下截止条件：

$$\text{cash over CBDC}: 1 - i + \eta_c < |\theta - i| - \rho r_{cbdc} + \eta_{cbdc} \qquad (5)$$

$$\text{cash over deposits}: 1 - i + \eta_c < i - \rho r_d + \eta_d \qquad (6)$$

$$\text{CBDC over deposits}: |\theta - i| - \rho r_{cbdc} + \eta_{cbdc} < i - \rho r_d + \eta_d \qquad (7)$$

---

① 我们在附录 D 中进一步探讨了此概念，该附录提供了一个如何建立 Hotelling 线性城市支付偏好设置微观基础的示例。

② 可以将其解释为零资本中央银行：中央银行的任何收入都会立即支付给家庭，由于 CBDC 成本而产生的任何资本短缺都将通过一次性征税而直接导致资本重组。

③ 我们将消费与支付偏好结合在一起的方式与 Gopinath and Stein（2018）中采用的效用函数类似。

2. 银行

银行在预算约束下以净存款利率 rd 从家庭中获得存款 d，并以净贷款利率 R 向企业提供贷款 l。

l=d （8）

这代表银行是风险中立的，并且在存款和贷款市场上都是价格承担者，因此其利润最大化问题遵从下面的一阶条件

rd = R （9）

该条件简单地将存款和贷款利率等价[①]。

3. 公司

企业是完全竞争的，初始有一个生产项目 k0，并且需要融资才能实施[②]。代表性企业使用银行贷款 l 为项目进行部分融资，k=l。一旦项目开始实施，这些项目就可以按照下面的技术条件获得消费品的产出

$$Y = \left(A - \frac{k}{2}\right)k \qquad (10)$$

其中 A 代表生产力[③]， 剩余项目（k0 - k）以连续的回报率$\phi \in (0,1)$进行清算[④]。

---

① 有关允许在银行贷款市场中发挥市场支配力的扩展情况，请参见附录 C.3。

② 我们施加限制 k0> 1，以确保借贷摩擦始终满足 k <k0。

③ 为了易于处理，我们采用二次函数形式。附录 C.1 将规模技术的固定回报视为替代方案。在应要求提供的推导中，我们还将这个二次函数扩展为$Y = (A - \Gamma\frac{k}{2})$的形式，在Γ改变的时候结果也是稳健的。

④ 清算价值也取决于消费品。项目的清算可以在类似于 Stein（2012）的框架找到微观基础。在该框架中，项目以较低的边际估值出售给外部买家。尽管我们没有明确将外部购买者纳入我们的模型，但是只要这些购买者是非居民，且/或以外部购买者的机会成本来对项目进行定价，这种做法就不会对福利产生影响。为了便于处理，我们还假设清算项目的资金不能用于为其他项目融资。这可能是由信息不对称和时间的组合造成的。例如，外部

代表性厂商的利润最大化问题可以写成

$$\max_{k,l} Y + \phi(k^0 - k) - (1 + R)l \qquad (11)$$

并且满足条件（10）和 k=l，其一阶条件为：

$$1 + R = A - \phi - l \qquad (12)$$

这可以解释为向下倾斜的贷款需求曲线。值得注意的是，清算价值ϕ的下降增加了公司对贷款的需求，这反映了银行中介在抵押贷款中的重要性日益提高。更普遍地，我们可以将（$A - \phi$）称为“银行中介带来的增加值”，因为它代表了将资金赋与生产力为 A 的公司，而不是让公司按价值出售他们的项目，由这种行为而产生的价值。可以从跨国角度考虑这一点，因为一些国家更依赖银行中介，而其他国家则较少,这是因为在某些国家中,关系贷款摩擦更容易通过替代(即非银行）手段来克服。

4. 中央银行

中央银行目标在于社会福利的最大化，社会福利也就是家户部门的效用之和

$$W = \int_{i\in[0,1]} U_i(j^*(i))di \qquad (13)$$

其中$j^*(i)$代表家庭 i 选择的支付工具。如此一来，中央银行做出是否引入 CBDC 的决策。如果引入，就将 CBDC 的特征设置为(θ, r_{cbdc})[①]。如果引入 CBDC，中央银行的最优问题表示为

买家验证和支付项目所需的时间可能会耗尽公司执行所用的时间。

[①] 我们模型中的一个隐含假设是，中央银行不允许任何代理人在 CBDC 中做空（即中央银行授予 CBDC 信贷）。这排除了诸如银行之类的没有付款优先权的主体的套利机会，例如银行可能更喜欢通过 CBDC 而不是存款为自己提供融资。根据中央银行目前正在进行的 CBDC 研究，我们认为这是一个可以实现的假设。

$$\max_{\theta \in [0,1], r_{cbdc}} \int_{i\in[0,1]} U_i(j^*(i))di \qquad (14)$$

并且满足约束条件

$$s_{cbdc} \geq \underline{s} \qquad (15)$$

以此保证有充分的 CBDC 使用率以覆盖网络效应[①]。

（二）均衡和福利

存款、贷款和资本市场出清的竞争均衡由下式得出：

$$sd = d = l = k \qquad (16)$$

网络外部性与我们框架中的三种货币类型的相互作用带来了多种类型的均衡，如下表 1 所示。为了简洁起见，我们引入如下参数限制：

$$1 < (A - \phi) \leq \frac{5}{2}; \frac{3}{4} \leq \rho \leq \frac{3}{2}; \underline{s} \leq \frac{1}{17} \qquad (17)$$

这使我们能够将讨论的重点放在带来合理结果的“行为良好”均衡上。例如，在没有 CBDC 的情况下，我们应该观察到存款和现金能够像在大多数国家中一样并存[②③]。我们还基于最优的 CBDC 设计推算

---

① 该设计满足两个约束条件：$r_{cbdc} \geq -(1-\theta)\rho^{-1}$以及$\theta > \rho(r_d - r_{cbdc})$，分别排除了（5）和（7）所示的现金和存款对 CBDC 的严格支配地位（即确保现金和存款为全部家庭提供的效用都不能比 CBDC 更高）。例如，支付负利率（r_{cbdc} <0）的完全类似于现金的 CBDC（θ= 1）会违反第一个条件，因此所有家庭相比 CBDC 都更严格偏好现金。由于网络外部性，这些条件对于 CBDC 的积极使用来说是必要的，但并不充分。

② 虽然我们的模型本质上不是定量的，但经验证据表明，仅当支付工具的使用量变得很小（$\underline{s} \leq \frac{1}{17}$）时，网络效应才开始发挥重要作用。例如，尽管按价值计算的情况下，在加拿大仅有约 10%的交易是用现金进行的（Engert et al，2018），现金仍然被广泛接受。相比之下，在瑞典，其现金使用量占交易价值的近 1%，网络效应对于现金的影响受到了广泛关注（Sveriges Riksbank，2017）。 我们将在第 3.1 节末尾讨论现金需求太低而无法维持现金使用（并且甚至没有引入 CBDC）时的结果。

③ $(A-\phi)$>1 的限制确保金融中介的总产出（以及由此产生的消费）在均衡状态下不断

了一些结果，稍后正式在文中展现。引理 1 表明，最优设计的 CBDC 总是可以提高社会福利水平，因此中央银行总是偏好引入 CBDC。引理 2 表明，CBDC 设计的约束条件是没有限制性的，即便 CBDC 设计达到最优，储蓄也会被使用。

引理 1：在第 3 节中得出的最优策略下，引入最优设计的 CBDC 总是会提高社会福利。

表 1 可能的均衡及其在讨论中的作用

均衡	在讨论中的作用
储蓄&现金&CBDC	简称为 ce
储蓄&CBDC	简称为 nce
储蓄&现金	在最优策略下不会发生
CBDC&现金	在最优策略下不会发生
只有 CBDC	在最优策略下不会发生
只有现金	在任何策略下都不会发生
只有储蓄	在任何策略下都不会发生

引理 2：在第 3 节中得出的最优策略下，（17）中的参数限制意味着$s_d \geq \underline{s}$且$s_{cbdc} \geq \underline{s}$。

如表 1 所示，参数限制和最优结果使我们能够将可能的均衡范围缩小到只有两个表现良好的均衡：“现金均衡”（用 ce 表示），其中三种货币类型都投入了使用；以及“现金无平衡”（用 nce 表示），该均衡中不使用现金，而只有存款和 CBDC[①]。

现金均衡：在现金均衡中，现金使用量足够高，以防止网络外部

增加。这直接源自导数$\frac{dY}{dk}$在 k≤1 的情况下，对于$(A-\phi)$> 1 始终为正。

① 附录 C.4 中进一步讨论了在最优策略下从未发生的三种均衡，该均衡考虑了在非最优 CBDC 设计下的结果。参数限制排除了“在任何策略下都不可能发生”的均衡，这意味着没有 CBDC 时，存款和现金的最低份额分别为$s_d = \frac{7}{22}$和$s_c = \frac{3}{22}$，两者都大于$\underline{s}$。这些结果的推导也可根据要求提供。

性导致的现金消失。利用均匀分布的性质可以求解（5）（7），以得到持有每种货币类型的家庭的份额，即

$$s_c^{ce} = \frac{1-\theta-\rho r_{cbdc}}{2} \quad (18)$$

$$s_d^{ce} = \frac{\rho(r_d - r_{cbdc})+\theta}{2} \quad (19)$$

$$s_{cbdc}^{ce} = \frac{1-\rho r_d}{2} + \rho r_{cbdc} \quad (20)$$

无现金均衡：在无现金均衡中，网络外部性导致现金的消失，因此 $s_c^{nce}= 0$，在这种情况下，持有 CBDC 和存款的家庭的份额变为

$$s_d^{nce} = \frac{\rho(r_d - r_{cbdc}) + \theta}{2} \quad (21)$$

$$s_{cbdc}^{nce} = 1 - \frac{\rho(r_d - r_{cbdc}) + \theta}{2} \quad (22)$$

从（19）和（21）可以看出，在两种均衡类型中存款持有人所占份额的表达式是相同的（$s_d^{ce} = s_d^{nce}$）。这是因为，在引入 CBDC 时，存款不会直接与现金竞争。由于（16）式，存款（和贷款）利率以及企业生产和总消费的表达式在两种均衡类型中也相同，由如下公式定义：

$$r_d = \frac{2(A-1-\phi) - (\theta - \rho r_{cbdc})}{2+\rho} \quad (23)$$

$$s_d = \frac{\rho(A-1-\phi-r_{cbdc}) + \theta}{2+\rho} \quad (24)$$

$$Y = \left(A - \frac{s_d}{2}\right) s_d \quad (25)$$

$$\int_{i\in[0,1]} C_{j^*(i)} di = 1 + \phi k_0 + (A - \phi - 1 - \frac{s_d}{2}) s_d \quad (26)$$

s_d代表替代 rd 后的存款份额。值得注意的是，无论是哪一种均衡类型，引入的 CBDC 都通过类似于存款的设计（即低利率）和/或通过提供高利率的r_{cbdc}挤占银行存款而与存款竞争激烈。尽管银行通过提供更高的存款利率 rd 来部分抵消了这一点，但在均衡状态下，这导致了银行中介的下降，这也降低了（25）和（26）所示的企业的生产和总消费。总消费下降的程度取决于关系借贷摩擦。当这些摩擦更大

时（即$A-\phi$更大），给定 sd 的下降将导致总消费量的更大下降，这就是我们将（$A-\phi$）称为银行中介增加价值的原因。

最后，必须指出的是，网络外部性导致家庭支付决策中的战略互补，从而带来了现金和无现金多重均衡的可能性。但是，这两种均衡类型也可能是由于基本原理而引起的。因此，我们通过假定总是偏好有现金的均衡来排除多重性，我们认为该均衡类似于出现数字货币之前的经济状况。然后，只有当基本面使得有现金的均衡不能自我实现时才会出现无现金均衡，这是当以下边界条件被违背时的情况[①]：

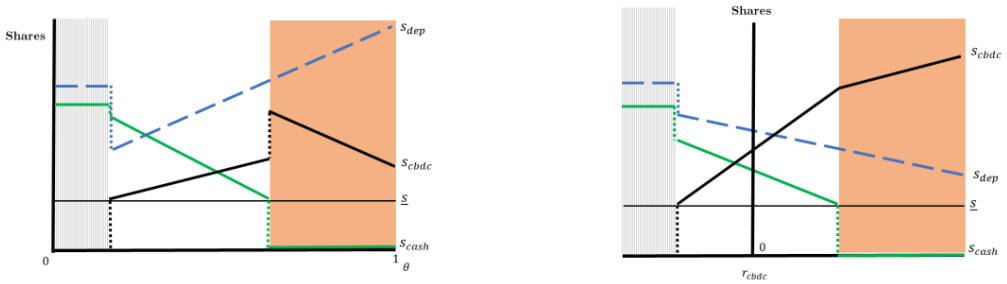
$$s_c^{ce} \geq \underline{s} \qquad (27)$$

利用（18），我们可以用 CBDC 的设计参数把上述条件写成：

$$\theta + \rho r_{cbdc} \leq 1 - 2\underline{s} \qquad (28)$$

表明 CBDC 通过类似现金的设计（即高θ）和/或通过提供足够高的利率r_{cbdc}与现金进行激烈竞争，这可能会消除现金并产生无现金均衡。下面继续对由此产生的比较静态问题进行讨论。

图 A θ与货币份额　　图 B r_{cbdc}与货币份额



注：货币份额与均衡边界是依据（18）-（28）绘制的。

图 1　货币份额的比较静态分析

[①] 偏好无现金均衡的多重性解决方案将边界条件变成$\theta + \rho r_{cbdc} \leq 1 - 2\underline{s} - g(0)$，而对我们的分析没有任何定性影响。

1. 比较静态

图 1 根据 CBDC 设计参数(θ, r_{cbdc})描绘了货币份额的比较静态情形。图 A 中未加阴影的部分显示，CBDC 随着θ 升高而变得更像现金，现金持有量减少而银行存款增加。值得注意的是，随着 CBDC 变得更像现金，CBDC 持有者的份额增加。这是随着来自 CBDC 的竞争减少，银行会降低存款利率 rd，且现金不会支付利息。但是当 CBDC 变得足够像现金，使得现金使用量下降到阈值$\underline{s}$以下时，网络外部性将导致图 A 右端的阴影区域所示无现金均衡，这又会导致 CBDC 的上升，因为现金持有人切换到持有 CBDC。随着 CBDC 变得更像现金，那些处于偏好 CBDC 和银行存款边界的家庭会转向后者，从而增加了存款并减少了 CBDC 的使用。图 B 显示，较高的 CBDC 利率r_{cbdc}减少了现金和存款的份额，同时提高了 CBDC 的份额。但是，银行将随着 CBDC 利率的提高而提高存款利率，此时存款使用的跌幅会小于现金。足够高的r_{cbdc}会导致无现金均衡，该均衡由图形右侧的阴影区域表示。此外，图 A 和 B 左端的条纹区域表示违反 CBDC 设计约束条件而导致 CBDC 无法使用的区域。

最后需要注意，我们可以通过将给定设计的 CBDC(θ, r_{cbdc})与完全类似现金（θ = 1）且不提供利息（r_{cbdc} = 0）的 CBDC 最终均衡进行比较，来分析引入给定设计(θ, r_{cbdc})CBDC 带来的影响。通过这种设计，CBDC 等同于现金，并且在我们的模型中变得完全无害。换句话说，引入 CBDC 就像把θ从 1 降低到一个较低的值和/或将r_{cbdc}改为不是 0 的

值。一旦 CBDC 脱离了现金的类似形式，其设计的组合(θ, r_{cbdc})必须具有足够的竞争力，才能保证 CBDC 被正向的持有（以 CBDC 设计约束为代表）。此外，与没有 CBDC 的情况相比，我们的模型中任何对于 CBDC 的正向持有都必须来自现金和存款。也就是说，引入 CBDC 总是会导致银行存款基数下降从而导致银行对企业的中介效果的下降，尽管这种影响的程度是取决于 CBDC 与存款竞争程度的。从 CBDC 减少了银行中介效果的层面上说，这也导致总产出和消费下降。

2. 福利分析

在均衡状态下，社会福利可以分为两部分

$$W = \rho \int_{i\in[0,1]} C_{j^*(i)} - |x_{j^*(i)} - i| di \quad (29)$$

式中第一部分就是（26）代表的总消费。由于银行能够提供可靠的融资，总消费与银行中介的程度密切相关，因此与银行存款 sd 密切相关。第二项$|x_{j^*(i)} - i|$代表由于家庭支付偏好与其工具偏好之间的差距而导致的福利损失。这个术语体现了支付工具中多样性的社会价值，因为多样性的增加为异质性家庭提供了更多机会，以最大程度地减少与支付偏好的距离。

这两个部分如何影响福利，尤其是与 CBDC 设计θ和r_{cbdc}有关的福利，在引理 3 的封闭形式福利公式中有更清晰的表达。

引理 3：有现金和无现金均衡下的社会福利分别表示为：

$$W^{ce}(\theta, r_{cbdc}) = \frac{4\rho(A-\phi-\frac{1}{2})\theta + 4(1-\theta)\theta - 3\rho\theta^2 - (4+\rho)\rho^2 r_{cbdc}^2 + \omega_1}{4(2+\rho)} \quad (30)$$

$$W^{nce}(\theta, r_{cbdc}) = \frac{2\rho(A-\phi)\theta + (4-3\theta)\theta - 2\rho\theta^2 - \rho^2 r_{cbdc}^2 + \omega_2}{2(2+\rho)} \quad (31)$$

其中，ω_1和ω_2分别表示以下参数

$$\omega_1 \equiv \rho\left(7+4k_0\phi(2+\rho)+\rho\left(6+2A^2-4A(1+\phi)+2\phi(2+\phi)\right)\right)-2 \quad (32)$$

$$\omega_2 \equiv \rho^2\left(3+A^2-2A(1+\phi)+\phi(2+2k_0+\phi)\right)+\rho(3+4k_0\phi)-2 \quad (33)$$

为了提供直觉思考，我们重点关注第一个表达式（30）中与有现金均衡下的福利相关术语的分解描述，尽管类似的分解也适用于（31）和无现金均衡。

第一部分$4\rho(A-\phi-\frac{1}{2})\theta$描述银行中介价值$A-\phi$与 CBDC 设计特征$\theta$之间的关系。（$A-\phi$）越大，总消费和社会福利就越强烈地依赖于银行存款的中介效果。反过来，这要求 CBDC 通过更像现金的 CBDC 设计（即高θ）实现与银行之间不那么激烈的竞争。

在第二和三部分中，$4(1-\theta)\theta-3\rho\theta^2$表示支付工具的多样性与 CBDC 设计之间的关系。值得注意的是，第二和三部分相对于θ是线性二次方，这意味着它们内部存在一个最大值，这体现了以下事实：最优的支付工具多样性设计是通过即不同于现金也不同于储蓄的 CBDC 设计来实现的。

最后一部分$-(4+\rho)\rho^2 r_{cbdc}^2$是负数，并且表现为$r_{cbdc}$的平方形式，暗示不计息的 CBDC 在给定的均衡类型中实现福利最大化。这是因为计息的 CBDC 会扭曲住户的支付选择，使其偏离最接近其付款偏好的工具。由于这会影响到家庭在 CBDC 和其他边缘工具之间的选择，因此随着r_{cbdc}逐渐远离 0 值，这些损失会以越来越高的速度上升。而且，与存款利率不同，由r_{cbdc}引起的支付选择扭曲不会被向金融中介的贡献所抵消。这是因为存款利率反映了银行贷款增加带来的盈余以及由此产生的公司产量的增长，而 CBDC 利率则由一次性转移支付进行融

资，而这并没有直接的生产性影响。

最后还要注意，通过关注特定类型的均衡内的福利，到目前为止，本文的讨论已从网络效应和相关的均衡条件中抽离出来（28）。考虑到这些影响，社会福利由如下表达式决定

$$W(\theta, r_{cbdc}) = \begin{cases} W^{ce}(\theta, r_{cbdc}) \text{if} \theta + \rho r_{cbdc} \leq 1 - 2\underline{s} \\ W^{nce}(\theta, r_{cbdc}) \text{otherwise} \end{cases} \quad (34)$$

此外，CBDC 的设计参数（θ, r_{cbdc}）也可能导致均衡类型的转换。在下一部分中，我们将对最佳 CBDC 设计进行更多的说明，包括在存在网络效应的情况下，CBDC 对利率的影响。

三、最优 CBDC 设计

在本节中，我们分析了使社会福利最大化的最优 CBDC 设计。这分两个步骤进行：首先，我们研究不计息的 CBDC 的最优设计，然后研究计息的 CBDC 的最优设计与此有何不同。

这种两步的方法不仅带来分析上的便利。实际上，大多数中央银行似乎将自己限制在不计息的 CBDC 上，这可能是出于对公众持有中央银行负债并支付负利息等政治经济学问题的考虑。另外，要实现 CBDC 计息，也可能存在法律障碍。例如，对正利息收入征税的要求可能会干扰某些地区内 CBDC 匿名性的需要（Engert and Fung，2017）。在我们的框架下，也可以分析将 CBDC 局限为不计息形式的经济后果。

（一）不计息的 CBDC

当 CBDC 是不计息的时候，其最优化设计问题表述为

$$\max_{\theta \in [0,1]} \{W(\theta, 0)\} \quad (35)$$

其中$W(\theta,0)$依据（34）和引理 3 进行定义[①]。据此，CBDC 设计在有现金和无现金均衡下的最优解可以表示为

$$\theta^{ce} = \frac{2+\rho(2(A-\phi)-1)}{4+3\rho} \quad (36)$$

$$\theta^{nce} = \frac{2+\rho(A-\phi)}{3+2\rho} \quad (37)$$

其中，参数限制（17）可以确保θ^{ce}和θ^{nce}[0,1]上是良好定义的[②]。这意味着最优策略导致内部的 CBDC 设计，在该设计中，CBDC 的现金性质使得银行中介的边际收益等于支付系统偏离过于接近现金的多样化边际损失。此外，将这些表达式与（30）和（31）结合起来可证明，只要网络效应不起作用，现金均衡的福利就将优于无现金均衡：

$$W^{ce}(\theta^{ce},0) - W^{nce}(\theta^{nce},0) = \frac{(\rho(A-\phi-2)-1)^2}{2(3+2\rho)(4+3\rho)} > 0 \quad (38)$$

其中的不等关系是严格的，因为在给定的参数限制下，$\rho(A-\phi-2)$不等于 1。有现金均衡的优势地位来自支付工具的多样性为异质性家庭创造社会价值这一事实。如果维持这种多样性是无成本的，那么最好使用全部三种支付工具来最大程度地维护福利。

但是，网络效应会通过“约束” CBDC 最优设计而提升现金成本。特别地，当应用于无息 CBDC 时，条件（28）可以写为 CBDC 近似现金程度的上限

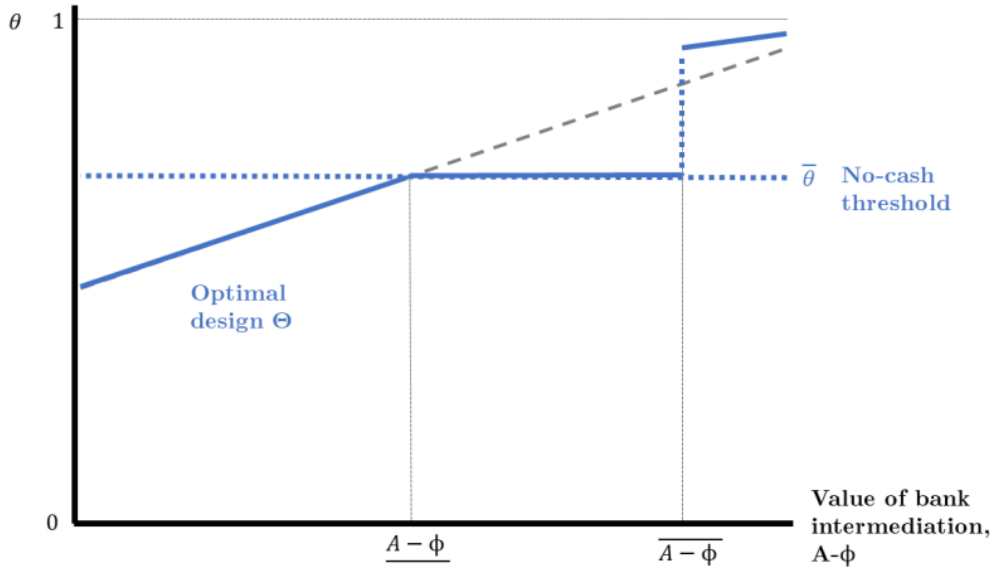
$$\overline{\theta} \leq 1 - 2\underline{s} \quad (39)$$

如果越过此上限，经济就会达到无现金的均衡。也就是说，无论何时$\theta^{ce}>\overline{\theta}$，最优选择就不再停留在$W^{ce}(\theta^{ce},0)$和$W^{nce}(\theta^{nce},0)$之间，

① 根据引理 2，最优策略下的设计约束（15）是不重要的。

② 依据（17），最优策略在 $\theta^{ce} \in \left[\frac{7}{17},\frac{16}{17}\right]$ 和$\theta^{nce} \in [\frac{7}{12},\frac{23}{24}]$之间。

因为后者不再可行：具有设计特征θ^{ce}的 CBDC 过于类似现金，可将现金使用量减少到低于阈值$\underline{s}$的水平。这时，网络效应就会导致现金需求螺旋下降到零。相反，最优选择在$W^{ce}(\theta^{ce},0)$和$W^{nce}(\theta^{nce},0)$之间做出，也就是，使得 CBDC 设计满足$\overline{\theta}$的限制并且维持有现金的均衡，还是允许现金消失，选择只有 CBDC 和存款存在的无约束最优政策。将 Θ 定义为考虑网络效应所施加约束下的最佳策略，我们得到图 2[①]。



注：$\overline{\theta}$代表无现金阈值；$A-\phi$代表银行中介的价值；Θ 代表最优设计

图 2 最优的无利息 CBDC 设计

图 2 汇总了我们模型中的几个重要方面[②]。首先，当网络效应不对政策施加限制时，CBDC 与现金的最优相似性取决于银行缓解金融摩擦的有利程度。一方面，相对于存款和现金而言将 CBDC 定位在“中心”，可以满足具有不同偏好的家庭的支付需求。另一方面，当银行

① 这是在下述的命题 1 中正式得出的。

② 除了在命题证明 1 中得出的最优策略外，图 2 的精确形状还依赖于（36）和（37）中的两个属性：第一，$\theta^{nce}>\theta^{ce}$；第二，$\frac{\partial\theta^{ce}}{\partial(A-\phi)}<\frac{\partial\theta^{nce}}{\partial(A-\phi)}$，因此$\theta^{nce}$的斜率更平坦。

中介具有更高的价值时，最优的 CBDC 可以更类似现金，从而限制其对银行存款基础的不利影响，从而限制对总产出和消费的不利影响。

第二，银行中介价值（$A-\phi$）不断增加，最终达到阈值$A-\phi$，超过该阈值，最优设计（$A-\phi$）将被冻结。这是因为最优策略可以防止现金流失，从而保护支付工具的多样性。只要从付款工具品种多样性中获得的福利收益超过损失银行中介的福利成本，最优政策就可以维持所有这三种付款工具的存在，而不是将现金定位在网络效应带来的消失阈值以上。但是，当保护银行中介成为主要问题时（即当$A-\phi$超过阈值$(\overline{A-\phi})$时），最优政策就放弃了支付工具的多样性，允许现金消失，以换取更大的银行存款基础。

第三，一旦现金消失，中央银行将首当其冲地为以前的现金用户提供服务，并且最优的 CBDC 设计也会比三种货币都存在情况下更加朝着现金的方向发展。在图 2 中，这体现为$\overline{A-\phi}$右边的蓝线部分，该部分在虚线 G 线上方。

蓝线的最后一部分也表明了现金先于 CBDC 的引入而消失的基础下的最优演化结果。如果在现金消失后引入 CBDC，则可以通过将蓝线的一部分向$\overline{A-\phi}$的右边一直延伸到垂直轴来简单地描述最佳策略。在这种情况下，网络效应不再起作用，因为现金已不可用。因此，在一个初始就没有现金的国家中，最佳的 CBDC 政策非常简单，此时的 CBDC 与初始存在现金的 CBDC 相比更像现金。

（二）计息的 CBDC

本节考虑了计息的 CBDC，其中 CBDC 的利息率可以根据需要进行

变化以实现福利最大化。现在，两个一阶条件$\{\frac{\partial W(\theta,r_{cbdc})}{\partial\theta}=0,\frac{\partial W(\theta,r_{cbdc})}{\partial r_{cbdc}}=0\}$系统的解给定了无约束的最优策略，其中得出的$\theta^{ce}$和$\theta^{nce}$表达式与（36）和（37）中一致，并且对于CBDC的利率有：

$$r_{cbdc}^{ce}=r_{cbdc}^{nce}=0 \quad (40)$$

这意味着在没有网络效应的情况下，最佳CBDC利率将始终为零。这一结果与第2节的讨论一致，该讨论表明与θ相比，CBDC利率是次优的工具。因此，我们的模型表明，在没有网络效应的世界中，中央银行应将注意力集中在发行不计息的CBDC上[①]。

但是，如第3.1节所述，由于网络影响，这种最佳策略配置并不总是可实现的。对于计息的CBDC，均衡的决定条件（28）同时影响θ和r_{cbdc}。当此约束条件起作用并且中央银行选择满足条件以维持现金存在的时候，最优的CBDC设计将变为

$$\tilde{\theta} = \frac{2+\rho(2(A-\phi)-1-\rho(4+\rho)(2\underline{s}-1))}{4+\rho(1+\rho)(3+\rho)} \quad (41)$$

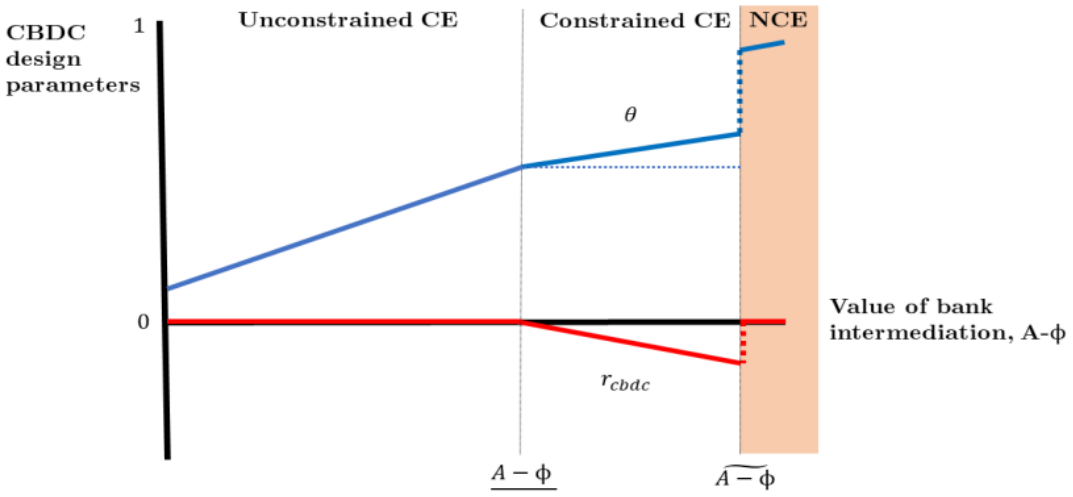
$$\tilde{r}_{cbdc} = -2\frac{\rho\left((A-\phi)+3\underline{s}-2\right)+4\underline{s}-1}{4+\rho(1+\rho)(3+\rho)} \quad (42)$$

因此，当网络效应发挥作用时，最优CBDC利率开始偏离于零。实际上，在（17）中参数的限制下，最优CBDC利率始终是负值。反过来，随着银行中介价值（$A-\phi$）的增加，与无息情况$(\tilde{\theta}>\overline{\theta})$相比，CBDC设计变得更像现金。

需要注意，受约束的非计息最优策略$(\theta,r_{cbdc})=(\overline{\theta},0)$在（28）所

[①] 附录C研究了该关键结果的稳健性。我们发现，零CBDC利率（受网络效应的影响）的最优性对于生产函数的格式是稳健的。但是，当银行具有市场支配能力（附录C.3）或匿名支付工具造成负面的社会外部性（附录C.2）时，最佳CBDC利率可能会偏离零。

描述的可行策略集中，但被认为是次优的。因此，当网络效应带来约束时，使用 CBDC 利率中的第二个政策工具将严格地提高福利。如图 3 所示，命题 1 记录了我们在最佳 CBDC 设计上的关键结果。



注：unconstrained CE 是不受限制的有现金均衡，constrained CE 是受限制的有现金均衡，constrained NCE 是受限制的无现金均衡。$A-\phi$是银行中介的价值；$\underline{A-\phi}$是银行中介价值的有效下限，$\widetilde{A-\phi}$是银行中介价值的有效上限

图 3　最优的计息 CBDC 设计

命题 1：给定临界范围$\overline{\rho} \in (\frac{3}{4}, \frac{3}{2})$，当$\rho < \overline{\rho}$的时候，最优的计息 CBDC 设计下现金永远不会消失，此时最优的 CBDC 设计意味着：

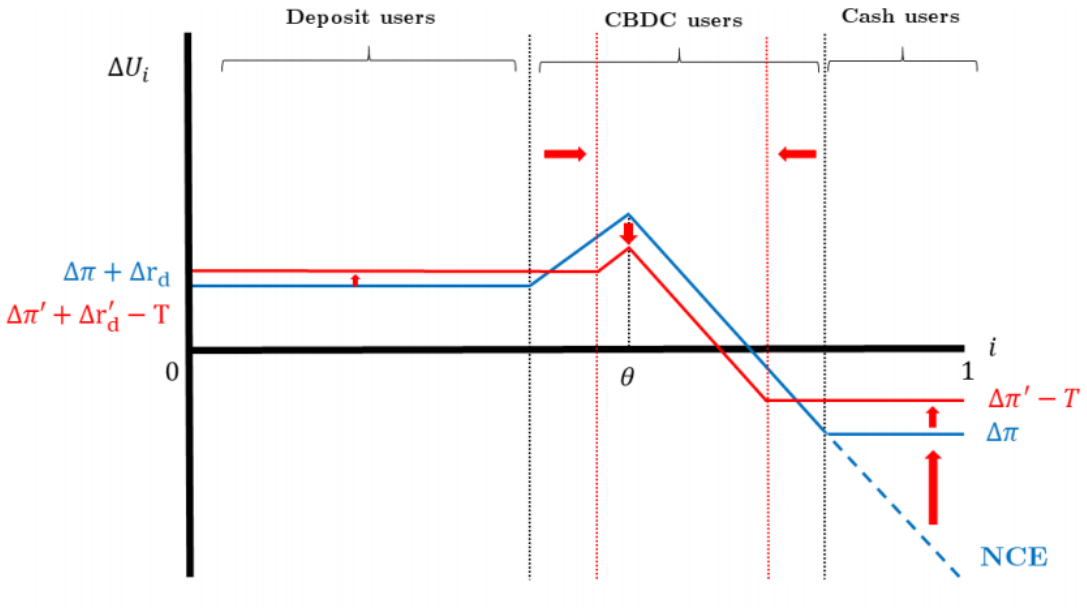
$$\begin{cases} \left(\tilde{\theta}, \tilde{r}_{cbdc}\right) \text{ if } \theta^{ce} + \rho r_{cbdc}^{ce} < 1 - 2\underline{s} \\ \left(\theta^{ce}, r_{cbdc}^{ce}\right) \text{ otherwise} \end{cases} \tag{43}$$

当$\rho > \overline{\rho}$的时候，银行中介的价值超过阈值$\widetilde{A-\phi}$时，现金可能消失。然而，该阈值在 CBDC 计息时要比不计息时更高，也就是说$\widetilde{A-\phi} > \overline{A-\phi}$。当家庭效用支付偏好的相对权重足够大$(\rho < \overline{\rho})$时，与非计息的 CBDC 相比，可变的 CBDC 利率作为第二工具的存在从根本上改变了最优策略下的结果。这种结果如图 2 所示。对于不计息的 CBDC，保护存款的唯一方法是使 CBDC 吞噬现金需求。但是，随着 CBDC 利率

的变化，最优政策同时获得了维持支付工具多样化的福利，并限制了银行去中介化。特别是当网络效应起到约束作用时，最优政策将（更多）类似于现金的 CBDC 与负的 CBDC 利率结合在一起，从而通过降低 CBDC 的吸引力来规避网络对现金使用的不利影响，同时限制了 CBDC 对金融中介的影响和生产。图 3 中没有阴影的部分描绘了这种最优策略。对于$\rho < \overline{\rho}$，该图的阴影部分永远不会实现，这意味着在最优策略下，现金永远不会消失。

但是，CBDC 利率越往负区域移动，其在支付选择扭曲方面的成本就越大。如果支付偏好的权重相对较小（$\rho > \overline{\rho}$），最终会达到这样一种情况：银行中介的价值（$A - \phi$）足够大，现金消失成为达到最优福利的途径。这表现为图 3 的阴影部分，与图 2 中的跳转类似，最优政策转为$(\theta^{\text{nce}}, r_{cbdc}^{nce})$，这意味着 CBDC 更加像现金一样，可以更好地适应以前的现金用户的偏好，并且 CBDC 的利率又返回零。然而，即便$\rho > \overline{\rho}$，CBDC 的利率也是有专门目的的。尤其是当$A - \phi$由低变高的时候，改变 CBDC 利率的可能性“延迟”了到无现金均衡的跳跃，在该均衡中，家庭部门无法同时接触三种不同的支付方式（即$\tilde{A - \phi} > \overline{A - \phi}$）。

（三）分配效应



注：理论推导见附件 B，deposit users 是储蓄用户，CBDC user 是 CBDC 用户，Cash user 是现金用户，$\Delta\pi$是公司利润的变化，Δr_d是储蓄利率的变化，NCE 是无现金均衡。

图 4　CBDC 的分配效应

到目前为止，我们的福利分析以总福利为中心，该福利代表所有家庭的总效用。引入经过优化设计的 CBDC 总是会在我们的框架中提高总体福利，但这远不是帕累托改进的结果：有些家庭有所收获，而另一些家庭却有所损失。图 4 显示了在家庭部门偏好变化过程中($i \in [0,1]$)引入 CBDC 对福利的影响[①]。其中蓝线描绘了不计息 CBDC 产生的影响。

首先，在引入 CBDC 之后，支付偏好最接近存款（即 i 较低）的家庭仍然是存款用户。引入 CBDC 对这些家庭和金融中介产生了负面影响，也对银行存款利率产生了积极影响。一方面，金融中介的减少使得总产出降低，因此减少了从公司的利润(π)转移。另一方面，CBDC 与银行存款的竞争提高了存款利率(rd)。总体而言，后面一种效应占

① 潜在的理论推导见附录 B。

主导地位,引入 CBDC 会增加所有存款用户的消费,从而增加其福利。

另一方面，对匿名性有强烈偏好（即高 i）的家庭仍然是现金用户。CBDC 通过消费来影响这些家庭的福利。由于现金不支付利息，公司利润的下降导致这些家庭的消费和福利下降。相反，如果 CBDC 刺激了网络效应对现金的影响并将其停用,这些家庭将因失去首选付款工具而受到福利进一步下降的困扰。如蓝色虚线所示，他们的福利损失程度与他们对匿名的偏好成正比。

从使用存款转为 CBDC 的家庭会从 CBDC 的引入中获得净福利收益，因为否则他们将继续使用存款。换句话说，凭借最优性，这些家庭仅在支付偏好方面的收益大于利息支付的损失 rd 时才转为使用 CBDC。偏好为$i = \theta$的家庭的福利提升最大。对于偏好 CBDC 而不是现金的家庭，净福利效应是负面的，因为 CBDC 持有人也由于企业利润减少而遭受消费下降的困扰。

总的来说，我们可以定义一个边界家庭$\bar{i}$，即家庭 $i \in [0,\bar{i})$通过引入 CBDC 获得收益，而$i \in (\bar{i},1]$蒙受损失，前者的收益足以抵消后者的损失。存款人成为赢家而现金持有者成为输家的事实,暗示了 CBDC 可能产生的退步影响。在我们的分析中,所有家庭拥有的禀赋都相同。但是，实际上，主要使用现金付款的家庭的收入较低，而收入较高的家庭更多地依靠存款进行支付。

图 4 中的红线表示 3.2 节中规定的最优设计下略微为负的 CBDC 利率对福利的影响。 这里有三个因素决定了 CBDC 负利率的影响。首先，CBDC 负利率的收益一次性转移到所有家庭，这有效地将 CBDC 用

户的福利收益重新分配给现金和存款用户。其次，由于 CBDC 负利率增加了存款和金融中介并带来公司利润π的增加，这使所有家庭受益；而同时存款利率却降低了，从而损害了存款人。但是，第二种作用效果由第一种主导，因为所有 CBDC 用户都会从 CBDC 降息中蒙受损失，而存款和现金用户则会受益。第三，当 CBDC 利率阻止现金流失时，它们避免了现金持有人由于不能使用自身偏好支付工具而产生的巨额福利损失。

四、结 论

随着世界各国中央银行开始考虑引入数字货币，CBDC 对货币需求和金融中介的影响日益凸显。本文将 CBDC 对现金、存款和银行中介的影响与开发 CBDC 涉及的两个关键设计选择关联起来：CBDC 与现金的相似程度以及它是否带息。在我们的框架中，CBDC 的社会价值来自于可以将现金的部分匿名性特征引入数字领域。对数字支付隐私的需求在某些司法管辖区已经成为一个重要问题，随着金融科技的普及和公司出于自身利益而解析大型交易数据的能力增进，全球范围内数字支付的重要性将日益提高。

目前全球央行正在考虑引入的 CBDC 大多为非计息类型。分析不计息的 CBDC 的最佳设计对央行来说是一个具有挑战性的福利权衡。一方面，类似现金的 CBDC 有可能将现金需求降低到某关键值以下，此时自动提款机的分布会变得稀疏且只有更少的商店接受现金的支付，为对异质性支付需求家庭而言有价值的支付工具多样性带来风险。另一方面，如果中央银行使 CBDC 与存款更为相似，则银行的存款基

础可能会受到威胁，对信贷供给和产出产生负面影响，当银行在减轻贷款摩擦方面发挥重要作用的时候这种负面影响尤为明显。

总体而言，在银行角色有限的经济体中，最优 CBDC 的设计方式应与现有支付工具应尽可能不同。更多地关注保留银行中介反而使最优的 CBDC 设计更像现金，但这也仅仅局限于某个水平以内：因为考虑到现金可能成为网络效应的受害者，央行有理由限制 CBDC 与现金竞争的程度。只有当保护银行的存款基础成为首要问题时，中央银行才会放弃现金，然后最优策略就会朝着更像现金的 CBDC 过渡。

当网络效应起重要作用时，计息的 CBDC 可以帮助中央银行缓解这种此消彼长的现象。将 CBDC 利率从零调离会导致福利损失，因为这会导致家庭选择支付工具时价格出现扭曲。只要网络影响不会产生重大影响，中央银行就不会避免改变 CBDC 利率。因此，在网络影响没有实质影响的世界中，将 CBDC 设计限制为不计息，并不会带来任何损失。但是，当网络效应对各种支付工具构成威胁的时候，带有利息的 CBDC 会变为最优选择。值得注意的是，只要住户对支付工具的多样性足够关注，CBDC 的利率就可以用来确保现金依然得到使用。也就是说，不论金融摩擦在经济中的作用如何，最优的计息 CBDC 都会实现保护银行中介和保护三种支付工具免受网络效应影响的目标。

这一发现为政治经济方面的考虑提供了经济上的权衡，例如对公众可获取的中央银行债务有可能会产生负利率的担忧。若非如此，这些担忧和考虑就可能会使得中央银行选择不计息的 CBDC。在 CBDC 早期实验阶段，中央银行可能关注 CBDC 利率的普惠性，并权衡其收益

与可能的政治经济成本。

参考文献：

Agarwal, R. and M. Kimball(2015): Breaking Through the Zero Lower Bound. IMF Working Papers 15/224, IMF.

Agarwal, R. and M. Kimball(2019): Enabling Deep Negative Rates to Fight Recessions: A Guide. IMF Working Papers 19/84.

Andolfatto, D. (2018): Assessing the Impact of Central Bank Digital Currency on Private Banks. Working Papers 2018-25, Federal Reserve Bank of St. Louis.

Assenmacher, K. and S.Krogstrup (2018): Monetary Policy with Negative Interest Rates: Decoupling Cash from Electronic Money, IMF Working Papers 18/191.

Athey, S., C. Catalini and C.Tucker (2017): The Digital Privacy Paradox: Small Money, Small Costs, Small Talk. NBER Working Papers 23488.

BIS (2018): Central Bank Digital Currencies. Technical report, Basel Committee on Payments and Market Infrastructures.

Barontini, C. and H. Holden(2019): Proceeding with Caution - a Survey on Central Bank Digital Currency. BIS Papers No.101.

Barrdear, J. and M. Kumhof (2016): The Macroeconomics of Central Bank Issued Digital Currencies. Bank of England working papers 605, Bank of England.

Bech, M. L. and R. Garratt(2017): Central Bank Cryptocurrencies. *BIS Quarterly Review*.

Bergara, M. and J.Ponce (2018): Central Bank Digital Currencies: the Uruguayan e-Peso Case. In Masciandaro, D. and E. Gnan, editors, *Do We Need Central Bank Digital Currency? Economics, Technology and Institutions*. SUERF Conference Volume.

Biais, B., C. Bisière, M. Bouvard and C. Casamatta (2019): The Blockchain Folk Theorem. *Review of Financial Studies*, 32,1662-1715.

Biais, B., C. Bisière, M.Bouvard, C. Casamatta and A. Menkveld (2018). Equilibrium Bitcoin Pricing. TSE Working Papers 18-973, Toulouse School of Economics (TSE).

Bjerg, O. (2017). Designing New Money - The Policy Trilemma of Central Bank Digital Currency. *CBS Working Paper, June 2017*.

Bolt, W. and M. Van Oordt (2019): On the Value of Virtual Currencies. *Journal of Money, Credit and Banking*, forthcoming.

Bordo, M. and A. Levin (2017). Central Bank Digital Currency and the Future of Monetary Policy. NBER Working Papers 23711.

Borgonovo, E., S. Caselli, A. Cillo and D. Masciandaro (2018): Between Cash, Deposit And Bitcoin: Would We Like A Central Bank Digital Currency? Money Demand And Experimental Economics. BAFFI CAREFIN Working Papers 1875.

Bounie, D., A. François and L. Van Hove (2017): Consumer Payment Preferences, Network Externalities, and Merchant Card Acceptance: An Empirical Investigation. *Review of Industrial Organization*, 51, 257–290.

Brunnermeier, M. and D. Niepelt (2019). On the Equivalence of Private and Public Money. NBER Working Papers 25877, National Bureau of Economic Research.

Chakravorti, S. (2010): Externalities in Payment Card Networks: Theory and Evidence. *Review of Network Economics*, 9, 1–28.

Chiu, J., Davoodalhosseini, M., J. Jiang and Y. Zhu (2019): Central Bank Digital Currency and Banking. Staff Working Papers 19-20, Bank of Canada.

Chodorow-Reich, G., G. Gopinath, P. Mishra and A.Narayanan (2018): Cash and the Economy: Evidence from India's Demonetization. NBER Working Papers 25370.

Davoodalhosseini, M. (2018): Central Bank Digital Currency and Monetary Policy. Staff Working Papers 18-36, Bank of Canada.

Diamond, D. and R. Rajan(2001): Liquidity Risk, Liquidity Creation, and Financial Fragility: A Theory of Banking. *Journal of Political Economy*, 109, 287-327.

Donaldson, J., G. Piacentino and A. Thakor(2018): Warehouse Banking. *Journal of Financial Economics*, 129, 250-267.

Engert, W. and B. Fung(2017): Central Bank Digital Currency: Motivations and Implications.Discussion Papers 17-16, Bank of Canada.

Engert, W., B. Fung and S. Hendry(2018): Is A Cashless Society Problematic? Discussion Papers 18-12, Bank of Canada.

Fung, B. and H. Halaburda (2016): Central Bank Digital Currencies: A Framework for Assessing Why and How. Discussion Papers 16-22, Bank of Canada.

Garratt, R. and M. van Oordt (2019): Privacy as a Public Good: A Case for Electronic Cash. Staff Working Papers 19-24, Bank of Canada.

Goodfriend, M. (2016): The Case for Unencumbering Interest Rate Policy at the Zero Lower Bound. Paper presented at the August 2016, Jackson Hole Conference.

Gopinath, G. and J. Stein (2018): Banking, Trade, and the Making of a Dominant Currency. Working Paper 24485, National Bureau of Economic Research.

He, D., R. Leckow, V. Haksar, T. Mancini-Griffoli, N. Jenkinson, M. Kashima, T. Khiaonarong, C. Rochon and H. Tourpe (2017): Fintech and Financial Services; Initial Considerations. IMF Staff Discussion Notes 17/05, IMF.

Kahn, C., F. Rivadeneyra and T. Wong (2019): Should the Central Bank Issue E-Money? Working Papers 2019-3, Federal Reserve Bank of St. Louis.

Kim, Y. and O. Kwon(2019): Central Bank Digital Currency and Financial Stability. Working Papers 2019-6, Economic Research Institute, Bank of Korea.

Krugman, P. (1979): Increasing Returns, Monopolistic Competition, and International Trade. *Journal of International Economics*, 9, 469–479.

Lagarde, C. (2018): Winds of Change: The Case for a New Digital Currency. Remarks at the Singapore Fintech Festival.

Mancini-Griffoli, T., M. Martinez Peria, I. Agur, A. Ari , J. Kiff, A. Popescu and C. Rochon (2018): Casting Light on Central Bank Digital Currencies. IMF Staff Discussion Notes 18/08, IMF.

Masciandaro, D. (2018): The Demand for a Central Bank Digital Currency: Liquidity, Return and Anonymity. In Masciandaro, D. and Gnan, E., editors, *Do We Need Central Bank Digital Currency? Economics, Technology and Institutions*. SUERF Conference Volume.

McAndrews, J. (2017): The Case for Cash. ADBI Working Papers 679, Asian Development Bank Institute.

Meaning, J., B. Dyson, J. Barker and E. Clayton(2018): Broadening Narrow Money: Monetary Policy with A Central Bank Digital Currency. Bank of England Working Papers No.724, Bank of England.

Merrouche, O. and E. Nier (2012). Payment Systems, Inside Money and Financial Intermediation. *Journal of Financial Intermediation*, 21, 359–382.

Miccoli, M. (2019): Central Bank Digital Currencies, Bank Runs and Welfare. mimeo.

Niepelt, D. (2019): Reserves for All? Central Bank Digital Currency, Deposits, and their (Non)- Equivalence. *International Journal of Central Banking, forthcoming*.

Norges Bank (2018): Central Bank Digital Currencies. Norges Bank Papers No. 1/2018.

Prasad, E. (2018): Central Banking in the Digital Age: Stock-Taking and Preliminary Thoughts. Discussion paper, Hutchins Center on Fiscal and Monetary Policy at Brookings.

Rochet, J.-C. and J. Tirole (2006): Externalities and Regulation in Card Payment Systems. *Review of Network Economics*, 5,1-14.

Rogoff, K. (2016): *The Curse of Cash*. Princeton University Press, 1st edition.

Stein, J.(2012): Monetary Policy as Financial Stability Regulation. *The Quarterly Journal of Economics*, 127, 57.

Sveriges Riksbank (2017): Central Bank Digital Currencies. Technical Report, 1st Interim Report on the E-krona project.

Sveriges Riksbank (2018a): Special Issue on the e-Krona. Technical Report, *Sveriges Riksbank Economic Review*.

Sveriges Riksbank (2018b). The Riksbank's E-Krona Project. Technical Report, Report 2.

Wakamori, N. and A.Welte (2017): Why Do Shoppers Use Cash? Evidence from Shopping Diary Data. *Journal of Money, Credit and Banking*, 49,115–169.

Wright, R., E. Tekin, V. Topalli, C. McClellan, T. Dickinson and R.Rosenfeld (2017): Less Cash, Less Crime: Evidence from the Electronic Benefit Transfer Program. *Journal of Law and Economics*, 60, 361–383.

Yao, Q. (2018): A Systematic Framework to Understand Central Bank Digital Currency. *Science China Information Sciences*, 61,33-101.

研究团队主要成员

杨涛 支付清算研究中心 主任 研究员

程炼 支付清算研究中心 副主任 研究员

周莉萍 支付清算研究中心 秘书长 副研究员

董昀 支付清算研究中心 副秘书长 副研究员

李鑫 支付清算研究中心 特约研究员

经邦 支付清算研究中心 特约研究员

宗涛 支付清算研究中心 特约研究员

赵鹞 支付清算研究中心 特约研究员

主 办： 中国社会科学院金融研究所支付清算研究中心

主 编： 杨 涛 （ytifb@cass.org.cn）

副主编：程 炼 （clifb@cass.org.cn）

周莉萍（zlpifb@cass.org.cn）

声 明

《支付清算评论》为内部交流刊物，其中的文章除非经特别注明，均由中国社科院金融所支付清算研究中心（以下简称“研究中心”）的研究团队完成，研究报告中的观点、内容、结论仅供参考，研究中心不承担任何单位或个人因使用本信息材料而产生的任何责任。本刊物的文字内容归研究中心所有，任何单位及个人未经许可，不得擅自转载使用。

研究中心是由中国社会科学院批准设立的所级非实体性研究单位，由中国社会科学院金融研究所作为主管单位，专门从事支付清算理论、政策、行业、技术等方面的重大问题研究。2015 年 5 月 27 日，“国家金融与发展实验室”经中国社会科学院院务会批准设立。同年 11 月 10 日，中共中央全面深化改革领导小组第十八次会议批准国家金融与发展实验室为国家首批高端智库。根据中央与中国社会科学院的安排，研究中心同时被整合成为实验室的下属研究机构。

研究中心的名誉理事长、学术委员会主席为中国社科院原副院长、国家金融与发展实验室理事长李扬研究员，理事长为中国社科院金融所原所长王国刚研究员，主任为中国社科院金融所所长助理杨涛研究员。

地址：北京市东城区王府井大街 27 号综合楼 5-7 层 中国社会科学院金融研究所
邮编：100710
网址：www.rcps.org.cn

联系人：齐孟华
电话：010-65265139
手机：13466582048
E-mail: qmhifb@cass.org.cn