



链塔智库
—— Block Data ——

英格兰银行区块链 工作报告

链塔智库编译

2018年5月29日

摘要

本文提出了三种中央银行数字货币（CBDC）模型，这些模型在可参与CBDC体系中涉及的角色有所不同。本文旨在研究CBDC初始阶段，各参与者资产负债表动态，并尝试大规模用尽CBDC体系中的银行存款。我们发现，如果CBDC的引入遵循一系列核心原则，银行资金不一定减少，私营部门的信贷和流动性提供不需要合约，系统范围内从银行存款到CBDC的风险可以得到解决。

核心原则是：

- (i) CBDC应支付可调整的利率。
- (ii) CBDC和准备金是不同的，并且不能相互转换。
- (iii) 商业银行无需担保银行存款与CBDC之间的按需兑换（中央银行也是如此）。
- (iv) 中央银行仅针对合格债券（主要是政府债券）发行CBDC。

最后两项原则意味着家庭和企业可以在私人市场上自由交易CBDC，并且私人市场可以自由地从中央银行获得额外的CBDC、CBDC利率和贴合债券。

关键词：央行数字货币，资产负债表，货币体系，金融稳定性，银行运营。

目录

	PART.1
	PART.2
	PART.3
	PART.4
	PART.5
	PART.6
	PART.7
	PART.8
	附录

介绍

CBDC - 核心原则

CBDC模型和假设的总结

金融机构准入模式（FI型）

经济型访问模型（EW型）

金融机构加CBDC支持的传统
银行准入模式（FI +型）

运营数字银行？

结论

CBDC交易所的运营

PART.1

介绍

央行正在越来越多地研究、发行中央银行数字货币（CBDC）对货币政策和金融体系影响。①尽管 Bank of England 目前没有计划发行 CBDC，但最近发表了关于该主题的广泛研究议程（Bank of England 2016b），本文是该议程的一部分。其重点在于 CBDC 发行的部门和总体资产负债表维度。由于 CBDC 系统原则上可以有很大差异，就允许接入 CBDC 的部门而言，我们分析了三种可能的模型变体。CBDC 可以被看作是商业银行存款的替代品，我们认为 CBDC 进入经济体可能会影响中央银行、商业银行、非银行金融机构（NBFIs）的规模和组成以及家庭和企业。

本文旨在通过对 CBDC 在实践中如何影响资产负债表提供更清晰的理解，从而成为对 CBDC 领域研究人员有益的教学练习。我们分析 CBDC 取代银行存款的范围和/或影响银行从银行存款到 CBDC 的可能性，有望在未来对 CBDC 金融稳定性影响的分析中发挥作用。我们的论文也旨在帮助政策制定者关注可广泛使用的 CBDC 的存在可能具有高度破坏性（Constâncio（2017）），并且如果它被广泛用于交易，它可能为银行快速运营打开大门（Broadbent（2016），Callesen（2017））。

中央银行数字货币不是一个新概念，它已经存在了几十年，最普遍的情况是作为商业银行和中央银行其他选定金融机构持有的余额（通常称为“准备金”），以促进实时支付结算（RTGS）系统的电子结算。然而 CBDC 表现出准备金的几个明显特征。②我们将 CBDC 定义为电子中央银行资金，其中

- (i) 可以比准备金更广泛地获得，
- (ii) 对于零售交易可能具有比现金更多的功能，
- (iii) 具有与其他形式的中央银行货币，允许它潜在地服务于不同的核心目的，③
- (iv) 可以是利息支付，在现实假设下支付的费率与准备金率不同。④

该定义允许探索 CBDC 是否可以用作第二种货币政策工具，它可能有价格规则（中央银行对 CBDC 设定利率并允许数量变化）或数量规则（中央银行设定 CBDC 供应数量并允许利率为变化）。

① 例如，瑞典银行最近发表的一份报告审查的一些货币政策和 CBDC 的电子克朗模型的金融稳定后果，得出这一结论对这一问题进一步的调查是必要的（瑞典银行 2017 年）。其他几家央行正在积极考虑使用分布式账本技术为 CBDC 提供银行间支付。这包括但不限于加拿大银行，新加坡金融管理局，欧洲中央银行和日本银行。

② Bech 和 Garratt（2017）为不同形式的货币提供了有用的分类。根据这种分类法，本文中的 CBDC 可以分为“结算账户”资金或“存款货币账户”资金，具体取决于访问规模，因为它是中央银行的负债。

③ CBDC 的一个备选定义是准备金不再单独存在的一个定义，已被纳入新的 CBDC 系统。在第 2 部分中，我们探讨了为什么从央行的角度来看这不太可取。

④ 这一特性的可行性已有争议一些 CBDC 文献（例如 Engert 和 丰（2017）和波尔多和莱（2017））的，因此，我们提供的为什么它不仅是可行的，但也有必要在一个阐述第 2 节。

我们对基于CBDC的技术是不可知的，不会假定使用分布式账本技术（DLT）^①

我们在本文中阐述的CBDC的三种模式在两种方式上有所不同。首先，它们在可获得CBDC的部门中有所不同，从狭义的CBDC（仅限于商业银行和非银行金融机构），到英国当前RTGS系统允许访问之外的适度步骤，以及可扩展到家庭的系统和非金融公司。后者是一个类似于Barrdear and Kumhof（2016）中检验的模型的经济系统体系，Engert and Fung（2017年）中的“有利CBDC”选项，以及与“储量”共存意义等（2018）。其次，它们是否存在提供由CBDC充分支持的存款设施的实体（与完全由准备金支持的存款设施不同）。在经济上，这些实体是传统的银行。这三个模型共同涵盖了一系列可能CBDC系统，这些系统有望在CBDC分析中证明有用。

为了研究CBDC如何影响商业银行资产负债表的规模和构成的问题，我们研究了两套情景。首先，在第4-6节中，我们追踪CBDC初次购入时资产负债表中资产和负债的变化，最终用户按规模购入CBDC。我们为所有三种模型都做到这一点。其次，在第7节中，我们研究了CBDC已经建立的环境，并且经济体对银行业突然失去信心，导致家庭和企业大举尝试将其持有的资产从银行存款变为CBDC。我们一般性地讨论这一点，而不涉及三种模型，因为关键见解在模型中很常见。

对于最初引入CBDC的情景，我们发现对于所有模型而言，如果CBDC的引入遵循一套合理的核心原则，那么银行业的两个关键职能，即向借款人提供信贷和向存款人提供流动性不一定缩减。一些银行存款可能会消失，但是可以在不影响总积分或总流动性数量的情况下进行。银行及其客户通过各自的投资组合决策来控制存款人切换到CBDC的程度，从而影响银行资产负债表的规模和构成。银行可以继续发挥其传统的中介作用。

对于银行系统信心下降的情景，我们列出了如何通过应用相同的核心原则来大幅改善从银行存款到CBDC的可能性。

核心原则是：

- (i) CBDC应支付可调整的利率。
- (ii) CBDC和准备金是不同的，并且不能相互转换。
- (iii) 银行存款无需担保按需兑换CBDC（通过商业银行或中央银行保证兑换的义务）。
- (iv) 中央银行仅针对合格债券（主要是政府债券）发行CBDC。

^① Scorer（2017）阐述了为什么可能不需要为CBDC使用DLT，以及为CBDC使用DLT的具体风险和好处。

第一个核心原则是CBDC支付的利率应该可以调整。这使得CBDC的市场无需大规模的资产负债表调整或总体价格水平的变动。

第二个核心原则是CBDC应该与准备金不同，央行不会以CBDC作为准备金。如第2.2节所述，这解决了“后门运行”的风险，即单一银行承诺发行CBDC以换取银行存款，连同其承诺在准备金中结算同业支付的承诺可能不存在。当银行客户寻求转入CBDC时，这种状况有助于减少总准备金和存款。这一核心原则还使中央银行能够保持对金融体系准备金数量的控制，这在传统上是中央银行通过其控制政策利率的关键机制。

第三个核心原则是商业银行不应有义务按需将存款转入CBDC。如第7部分所述，要求银行按需将存款转换为CBDC可为银行体系的整体运行打开大门。与目前的系统相比，这些运行速度可能更快，规模也更大，现金系统是向储户提供现金的唯一中央银行资金。在这种情况下，中央银行可能存在巨大的运营和政治经济障碍，从而无法提供足够的市场稳定流动性。因此银行保证兑换的义务非常危险。

这也是没有必要的。经常提到这个义务的原因是有必要确保银行存款和其他形式的中央银行货币之间的平等。但是如第2.3节所述，这种平衡可以通过其他方式实现。

相应地，也有人提出银行有义务随时将存款转存到CBDC，这对于维持对银行存款的信心至关重要（例如，Meaning et al (2018)）。我们对这一假设提出质疑，首先银行集合体一起运营的更大脆弱性不可能增加对银行体系的信心；其次，支持对银行信心的关键支柱是强有力的审慎监管、维持充足的资本和流动性缓冲、存款保险并承诺以相等价格减少银行间准备金的支付，而不是承诺始终向存款人支付中央银行资金。对于后者，考虑银行承诺按需兑换CBDC存款的假设情况，但资金或流动资产很少，且不受存款担保的支持。在这种情况下，承诺是不可信的，因此不能成为增强信心的来源。

第四条核心原则是对第二条和第三条原则的补充，即中央银行只向合格的资产发行CBDC，主要是政府债券，最终由中央银行自行决定资产是否符合条件。这符合当前发行中央银行货币的做法，因此是保守的而非激进的。真正激进并且非常不受欢迎的是保证发放银行存款，这相当于保证银行自动无担保的贷款。

本文的结论是理解如何管理CBDC的金融稳定风险的关键点。

CBDC研究中重要的下一步包括提高对引入CBDC的第二轮效果的理解，并为实施核心原则制定具体的操作设计。例如，设计一个有效的机制以允许CBDC的速率或数量可以根据供求失衡情况进行调整。探索CBDC金融稳定风险的替代机制及其对本文所述框架的相对成本/收益也很有价值。这些工作将通过详细分析存款和CBDC之间的潜在变化幅度，包括CBDC和银行存款的利息半弹性和交叉价格弹性的估计而体现价值。在货币政策领域，Meaning et al (2018年)最近的工作可以扩展到探索更多新的政策工具，这些工具可能在CBDC中变得可行。通过发布CBDC分析央行自身的资产负债表风险也很有价值，可以从量化宽松的文献中挖掘已有见解。Bank of England CBDC研究议程 (Bank of England, 2016b) 提出了其他一些研究问题。

本文仅研究CBDC的资产负债表和金融稳定性方面，并不试图评估引入CBDC是否对金融系统和社会带来净收益。对于许多中央银行而言，这仍然是一个悬而未决的问题，各国的答案可能会有所不同（例如，由于现有支付系统的服务提供和现金使用普遍存在差异），一些中央银行已经做出决定。2015年，厄瓜多尔发行了一种以美元计价的国家数字货币，而最近的丹麦国家银行（Gürtler, Nielsen, Rasmussen and Spange (2017)）和澳大利亚准备金银行（Lowe (2017)）认为，在他们的相应的经济体内，目前将CBDC引入家庭和企业的潜在收益不超过风险，因此他们没有计划引入CBDC。①

本文的其余部分安排如下。第2节讨论了我们规定所有CBDC系统的核心原则。第三部分概述了CBDC的三种模式，并提出了程式化资产负债表分析的简化假设。4-6节讨论了三种模型中CBDC最初引入的机制。第7部分讨论了信心丧失或数字银行运行情况。第8部分总结了本文的重要见解。

① Engert and Fung (2017) 也针对公众使用的CBDC提出了这个具体问题，并发现中央银行发行CBDC的一些动机（降低有效的利率下限和减少金融犯罪）并不令人信服，或可能通过其他方式实现（例如增加零售支付竞争力的法规）。相比之下，Barrdear and Kumhof (2016) 通过宏观经济模型发现，CBDC如果对政府债券发行可以带来实质性收益，因为它可以通过实际利率的降低，扭曲的税收和货币交易成本而永久地提高GDP。

PART.2 CBDC-核心原则

2.1 CBDC应支付可调利率

CBDC的可变浮动利率很重要，其中一些原因在本节的其余部分会变得更加清晰。广义而言，浮动利率起关键作用的领域是货币政策设计，维持金融稳定，维持价格稳定以及维持CBDC与银行存款之间的平价。

价格稳定和平价也许是最基本的方面。CBDC市场均衡需要价格平衡需求和供应。假设CBDC支付固定名义零利率（如现金），并且央行将CBDC过度供应给市场，可能是因为它对CBDC实际余额的需求估计不准确。我们现在问：通过消除供应过剩，哪个价格可以清除市场？第一种可能性是CBDC相对于其他形式的货币贬值，换句话说，平价破裂。从中央银行的角度来看，这是非常不可取的，但通过设计CBDC发行机制可能会避免这种情况，我们将在下面进一步讨论。第二种可能性是汇率保持平价，但总体价格水平通过降低名义CBDC余额的实际价值并使其符合CBDC的实际需求来清除市场。这将直接挑战中央银行的反通胀任务，因此也是非常不受欢迎的。这实际上是通货膨胀货币印刷（电子）的教科书范例。问题在于，如果CBDC的利率不可调整，则不存在第三种可能性，而调整利率可以通过增加对CBDC的需求来清除市场，而不需要定量和因此进行资产负债表调整，并且不需要平价打破，或对价格水平进行调整。除了CBDC专门用于替代消失现金的传统目的的情况外，可调CBDC利率因此是CBDC有效系统的基本要求。

2.2准备金和CBDC是不同的，不能相互转换

2.2.1概述

第二个核心原则是准备金和CBDC是截然不同的，并且不能根据需求相互转换。这一核心原则实现了两个主要目标。

首先，当存款人试图大量转入CBDC时，它有助于维护金融稳定。在这种情况下，单一银行愿意向CBDC支付存款足以威胁金融稳定。这源于银行通过即时支付结算系统解决银行间准备金支付的承诺。当一家银行向CBDC支付存款时，所有非银行代理商都可以通过向该银行转移存款来使用这一点。^①在存入该银行存款时，其他银行必须通过即时支付结算系统将所产生的银行间存款准备金结算在准备金中。当这些准备金可以在中央银行按需转换为CBDC时，单一银行可以使用其新收购的准备金获得CBDC，以便然后向为此目的而存在的储户付款。这将导致存款的破坏，并促进全系统的近乎即时的银行业务。同样，如果准备金和CBDC没有区别，而是相同的话，通过RTGS系统的运行也会以相同的方式发生。

^① 这是因为他们在该银行有一个账户。但是，如果银行选择同时充当CBDC交易所，则这不是必需的。关于CBDC交换的作用的讨论参见第5节和附录。

其次，这一原则使准备金和CBDC有一个单独的核心目的，特别是CBDC不必作为银行间结算资产或受到与RTGS相同的规则约束。这允许中央银行运作第二种政策工具，特别是CBDC的数量或利率。这可以被用作货币政策或金融稳定的工具，同时使中央银行能够保持对金融体系准备金数量的控制，而金融体系历来是中央银行通过其控制准备金率的关键机制。保留对准备金的控制可以让中央银行继续影响经济中的无风险利率，这是实际投资决策和跨期分配决策的关键。

这一原则还允许传统银行使用CBDC充分支持其存款的范围，同样没有快速和潜在的大规模银行挤兑的风险，如果传统银行与RTGS系统连接，则可能会出现这种情况，并且可以使用即将收购CBDC。如果准备金和CBDC系统也使用不同的技术系统，那么这可能会使整个金融系统更加昂贵，但同时也会增加该系统的弹性，因为CBDC可能会为准备金和银行提供至少部分备用服务如果RTGS系统出现故障，存款将被存入。

研究CBDC的一些论文假设准备金市场被纳入新的CBDC系统。或者，换句话说，他们认为CBDC是通过扩大对准备金系统的访问而不是通过引入新的中央银行货币形式（例如，Meaning et al (2018)）而创立的。这些制度不会允许这一重要的核心原则得到尊重，因此才能实现上述利益。^①此外，更广泛的准备金准备金可能以未知的方式改变货币政策的传导机制^②，而至少通过政策利率制定的传统货币政策可能与当今准备金与CBDC保持分离的情况非常相似。

其他论文认为，即使CBDC与准备金不同，第二种政策工具也不可能存在，因为套利将导致准备金率和CBDC（Engert and Fung (2017)，Bordo and Levin 2017)）。这个结论是这样一种直接后果，即这两种形式的中央银行资金在它们提供给用户的效用上基本相同。另一方面，如同我们的框架一样，CBDC被用作零售支付媒介，而准备金被用作银行间结算手段，这种假设不会成立。因此，相反，如果准备金和CBDC不同，我们可以证明一个新的政策工具确实可行，而传统的政策利率继续确定无风险利率，并在同一时间避免上述融资准备金和CBDC可能出现的金融稳定问题。

我们将在2.2.2和2.2.3中提出详细的论点。我们的结论是，它是CBDC不可能成为电子中央银行在经济中唯一的货币形式。^③

① 合并CBDC和储量系统的模型仍然可以在我们的框架内作为理论练习来代理，放松CBDC不需要支付准备金的要求，并指定准备金系统（RTGS）和CBDC系统的特殊情况与相同的操作结构和目的完全互操作。

② Meaning et al（即将出版）讨论了货币政策传导机制的一些潜在变化，但请注意，CBDC未经测试的性质意味着对货币政策传导机制的影响具有高度不确定性。

③ Meaning et al（即将发表）也发现，有可能保持不同的储量和CBDC的利率，但他们认为这是可能的相当于建立了一种单一形式的电子中央银行资金，向银行支付一种汇率，向非银行支付另一种汇率。通过相反，我们会讨论支付不同利率的资金（或更一般的资产）不应被归类为单一形式的钱。此外，Meaning et al（即将出版）依赖中央银行承诺的两个假设按照平价将准备金转换为CBDC，并且准备金和CBDC提供的服务几乎没有差别。我们在其中阐述了为什么两个假设都有问题。

2.2.2家庭和企业的套利

我们首先考虑不同形式的中央银行货币支付的利率。该现金名义利率当然等于零。目前支付的名义利率准备金或者是平等的，或者是与套利密切相关的经济体的无风险名义汇率利率，这是一种无风险的纯存储价值资产的利率，例如以当地货币计价的短期政府账单。CBDC的名义利率是也是无风险的，但这是一种资产的利率，不仅作为一种价值准备金，而且也是一种价值存储也作为交换媒介。对于交换媒介来说，回报包括a的财务回报总和及其作为交换媒介的功能，这在经济学文献通常被称为便利收益。

当CBDC的供应量相对较小时，便利收益会特别大银行存款（我们认为合理的假设，无论如何是政策选择）以及何时CBDC被用作一个通用的，因此非常有用的交流媒介，其中一般可达性是指它可以用于交易而不仅仅是银行①（比如准备金），而且还受到经济中所有其他公司和家庭的影响。对于这种情况，我们采用了符号 cy_{hf}^{cbdc} 。便利收益的其他重要属性是它将是一个函数的CBDC股票，即 $cy_{hf}^{cbdc} = cy_{hf}^{cbdc}(CBDC)$ ，它的大小很难被人知道政策制定者事前证明，因为它取决于交易成本技术的许多细节它可能非常不稳定，特别是在以快速变化为特征的金融危机期间对流动性的需求。

用 rc 表示无风险利率，用 rc 表示CBDC的利率，我们就是没有价值条件

$$rr = rc + cy_{hf}^{cbdc}(CBDC) \quad (1)$$

现在可以讨论CBDC系统设计的不同假设情况的背景。The assumption of Barrdear and Kumhof (2016)（以后称BK）提到CBDC是中央银行资金的第三种形式，因此是独特的，包括在内从准备金中支付的利息。这也是本文的假设。替代方案定义：从今以后ALT，是CBDC代表扩大获得准备金。

CBDC价格规则下的BK假设是政策通过市场准备金控制 rr ，通过CBDC市场控制 rc 。在这个世界上，优化代理商可以联系中央银行并交换CBDC的合格债券以调整其CBDC的持有量，直到 $cy_{hf}^{cbdc}(CBDC)$ 与中央银行制定的差异 $rr-rc$ 一致。BK对于CBDC数量规则下的假设是该政策控制着 rr 和数量CBDC，并且CBDC的利率 rc 由市场决定，并进行调整以满足套利条件。在这两种情况下，中央银行利用CBDC的引入使得控制第二种政策工具成为可能。中央银行利用它来控制无风险的实际利率以及重要的新形式的货币的价格或数量。

① 可能还有一小部分其他金融公司，如中央交易对手和支付服务提供商。

在ALT中，相反，他们认为当局放弃了第二种政策工具的好处，混合了准备金-CBDC的市场。通常还假定当局选择控制这笔钱的利率而不是数量。具体而言，现在将 rc 重新解释为联合准备金 - CBDC货币而非独立CBDC的利率，当局仅控制 rc ，这可能与BK系统的 rc 非常相似，因为边际用户确定便利收益率，在两种情况下都是零售用户，即家庭或公司。关键是，这意味着当局不控制无风险利率 rr 。但是这立即引发了一些问题。

首先，为什么当局会接受之前讨论过的金融稳定风险？

其次，为什么当没有必要这样做时，当局会放弃对第二项政策工具的控制，并且知道（如BK所示）至少有一种机会可以使第二项工具能够为稳定经济？

第三，如果当局不得不在控制 rr 和 rc 之间做出选择，他们为什么选择 rc ？如果他们控制 rc ，现在等于准备金和CBDC的利率，那么 rr （无风险利率）将由便利收益率 cy_{hf}^{cbdc} (CBDC) 确定。我们上面已经讨论过为什么这个收益率的大小难以事先知道，有时甚至是非常不稳定， rr 会继承的性质。但是，纯粹的存货价值资产的无风险利率是所有实际投资和跨期分配决策的关键利率。我们猜测当局不会想要让市场根据高度不确定的便利收益率来确定这样一个关键利率。

与选择 rc 作为货币政策的唯一工具相关的反对意见是，在任何未来的世界里，央行的核心任务大概仍将控制通货膨胀。政策通过其对总需求的影响来控制通货膨胀。主要工具必须是 rr ，而不是 rc 。但是，如果当局想继续控制 rr ，他们将不得不像今天一样通过准备金市场来做到这一点。而这又要求CBDC的准备金市场与市场分离。这里所假设的假设当然是准备金市场的便利收益接近于零，或者无论如何远远小于零售支付媒介在更大的市场中的便利收益。

对于联合准备金CBDC的数量规则而言，问题会更加棘手。在这里，当局将控制方程式（1）中的CBDC数量，但它们不会控制 cy_{hf}^{cbdc} (CBDC)，因为这不仅取决于货币供应量，还取决于货币需求量，并且它们不会控制任何利率。

① 可能还有一小部分其他金融公司，如中央交易对手和支付服务提供商。

我们还可以使用无风险套利条件 (1) 来研究套利将消除准备金利率 rr 和CBDC利率 rc 之间的任何差异的论点。在我们的框架内， rr 又通过套利与无风险利率或短期政府债务的利率密切相关。现在假定 $rc = rr$ 。这个假设的问题在于它需要 $cy_{hf}^{cbdc}(CBDC) = 0$ ，这意味着CBDC必须达到饱食点。我们可以通过考虑银行存款的情况来评估这一点的可能性。以存款利率①为准，主要经济体与 $rd = rr$ 相差很远，而这个水平相对于GDP而言已经很大。通过类推，扩大CBDC使得 $rc = rr$ 。因此可能需要非常大的CBDC发行量。这会引发两个主要问题。首先，央行将购买哪些资产来支持如此庞大的债券发行？其次，为了满足CBDC的经济流动性，为什么仍然需要银行存款和银行贷款（这是创建银行存款的主要方式）；换句话说，这是否会冒着驱动银行倒闭的风险？这些都是非常合理的问题，他们让我们得出结论，央行可能只想发行适量的CBDC。在这种情况下，便利收益率显然与银行存款的便利收益数量级相似，数量级一般是相当大的，按百分点而不是基点表示。因此，套利不太可能消除BK型CBDC系统中准备金利率和CBDC利率之间的差异。当然，在ALT型CBDC系统中，它会通过假设消除这些差异，因为准备金和CBDC在其功能上是无法区分的，但我们已经在上面指出了为什么这样的系统可能不合需要。

2.2.3 银行套利

到目前为止，我们对等式 (1) 中包含的大部分分析都集中在CBDC的非银行用户的角色上，因为他们是与中央银行政策规则一起确定利率的代理人 CBDC的数量和数量。原因在于他们是吸收CBDC边际单位的代理商，因此决定了其便利收益率，由于政策利率决定了CBDC的利率。但是，如果没有考虑银行在CBDC市场中的作用，这种分析还不完整。我们接下来谈谈这个。该分析包含两个额外的见解。

首先，银行不会倾向于持有很多CBDC。银行面临同样的 rr 和 $cy_{hf}^{cbdc}(CBDC)$ 。因为无风险利率对经济中的所有代理人都是共同的，而CBDC市场的便利收益由边际持有人在总体水平上确定。这个边际所有者将是家庭或公司，他们从持有零售媒介获得实质性收益，而银行从CBDC获得的超过准备金或政府债券的边际收益可能相对较小。这意味着由于机会成本太高，银行很可能不会持有大量的CBDC。从形式上来说， $CBDC_b$ 对银行的便利收益以及 $CBDC_b$ 对银行持有的CBDC的数量代表了银行投资组合问题的解决方案：

$$rr \geq rc + cy_b^{cbdc}(CBDC_b) \quad (2)$$

① 我们在这里指的是银行的边际融资成本，因为银行资产负债表的扩张总体上是可能的，无论任何余额的初始资金成本如何，零售和批发负债都要求或多或少地成比例增加表扩张。原因在于，一旦存款人收到初始新存款，他们的投资组合通常会在不同类型的银行负债中进行多元化投资。

当客户想要从银行作为服务购买CBDC时，如果银行选择这样做，银行仍然可以提供该服务，但它会在客户要求时购买CBDC。因此，为了结算目的，商业银行将倾向于向CBDC提供准备金，并且远离零下限（ZLB），这种准备金由中央银行按需提供，而在ZLB则不是供不应求的。为了满足客户对CBDC的要求，银行只会在其资产负债表上保留尽可能多的CBDC。如果客户完全满足CBDC对CBDC市场的需求，而不是通过银行，我们将有 $CBDC_b = 0$ 。应该指出的是，（2）中的角落解决方案类似于银行关于持有实物现金的决定，该实物现金也被最小化至足以满足客户请求的程度。

其次，银行的套利不会导致 rr 和 rc 在准备金和CBDC独特的世界中汇合。银行不能以 rc 的速度“借用CBDC”，并以 rr 的速度将其投入准备金。CBDC是外部资产，银行可以像其他任何债券一样获得该资产，但他们通过创建存款来支付存款，这些存款支付存款利率。另一方面，家庭和企业存款和CBDC之间进行选择以满足他们对流动性的需求。③用存款利率 rd ，存款的便利收益为 cy_{hf}^{dep} ，以及存款持有者因持有信用风险 我们有商业银行的存款 s ，我们有无套利的条件：

$$rd = rc + cy_{hf}^{cbdc}(CBDC) - cy_{hf}^{dep}(DEP) + s = rr - cy_{hf}^{dep}(DEP) + s \quad (3)$$

因此，家庭或公司作为CBDC的边际持有者将以现行利率和这两类资金的内生库存对存款和CBDC之间无差别。只有当存款的存款利率达到或超过存款利率时，他们才会向银行出售CBDC。因此，CBDC利率只能通过（3）影响均衡存款利率，换言之，通过竞争性消除套利可能性，但CBDC利率不是银行自身支付其任何负债的利率。（3）清楚地表明，由于便利收益的存在，在无风险套利均衡中， rr 和 rc 一般不会相等。①

总结第2.2节，当CBDC与准备金不同时，其结果是消除了银行系统运行潜在的重要风险来源，防止了无风险利率潜在的昂贵波动源以及可用性 中央银行的第二个政策工具，即CBDC的利率或数量。使用准备金和CBDC作为单独政策工具的能力来自央行作为这两种不同形式的货币的唯一提供者，它们不是彼此或经济中另一主要货币来源的完美替代品 - 银行存款。我们并没有表态是否应将此第二种政策工具用于货币政策或出于财务稳定的目的，但我们强调可以使用第二种工具。

① Engert and Fung (2017)为银行提出了一个套利策略，除了它（1）从CBDC和银行存款的便利收益中抽象出来，以及（2）假设银行能够在 CBDC的利率，而不是银行存款的即期利率，这是银行为获得其CBDC而获得的收益。根据这些假设，他们发现 $rr-rc$ 传播在其他条件下会减少到零。

2.3 银行存款无需担保一定能按需兑换CBDC

有关CBDC的文献有时会建议（例如：Meaning et al. (2018)）存款人，即家庭，企业 and 非银行金融机构应始终能够按需将存款转入CBDC；也就是说，银行应该有义务随时以任意数量将存款转入CBDC。我们发现，作为CBDC的强制性特征，这既危险又不必要。①

为什么它很危险？主要考虑因素是义务的可信度。当净流入CBDC和存款小而缓慢时，银行部门可能会履行这一义务。然而，信誉也依赖于能够在压力下履行义务。这意味着担保必须涵盖对CBDC的需求如此之大的情况，以至于银行业已经耗尽了资产负债表上的CBDC，以致银行不能再获得CBDC。在CBDC需求异常强劲的情况下，银行业也无法从非银行部门获得CBDC，因为假设在这种情况下，整个行业需要更多的CBDC，而不是更少。银行需要向中央银行出售或回购合格资产以获得CBDC，中央银行可能不得不扩大合格抵押品清单，甚至完全免除大规模无担保贷款中的抵押品要求。因此，义务的可信度决定了央行承诺成为最后贷款人的承诺，鉴于流动性需求的潜在规模，可能会对其资产负债表带来前所未有的风险。也就是说，银行始终准备好将存款转入CBDC的担保最终必须得到中央银行的担保。

另一种说法是，中央银行必须承诺在紧急情况下接受银行存款以换取CBDC。当然，这一承诺打开了从银行存款到电子中央银行资金的大门，鉴于银行系统整体运行而不是从整个银行系统运行，这可能是接近即时和规模空前的。一家银行到另一家。反映了这一点，银行业可能需要向中央银行申请的流动性支持规模将比传统银行业务规模大一个数量级。②

中央银行的补充行动是降低CBDC（相对于存款）的利率，以阻止转换。恐慌情绪下，CBDC的利率可能需要大幅下跌才能实质上阻止存款流出，而这种负面利率可能面临政治经济壁垒。还有一个风险是，即使大幅负面的利率也不会有效地阻止CBDC处于市场恐慌情况。

相比之下，考虑银行没有义务向CBDC提供存款需求的情况。在这种情况下，非银行可以自由地从其他非银行的银行存款中免费获得CBDC。我们强调这一点：排除银行将存款转入CBDC的义务并不意味着家庭或公司不能在私人市场上与CBDC交换存款。这个市场上持有合格资产的参与者可以自由地从中央银行获得额外的CBDC。所排除的只是商业银行的可兑换性，因此在中央银行也是如此。然而，这种可兑换性根本不影响银行存款的总量，只会改变其所有者。更一般地说，根据定义，当存款从一家银行存入另一家银行时，银行系统无法运行。对于我们目前的银行体系和CBDC体系来说，这是不争的事实，它排除了存款（和准备金）向CBDC的可兑换性的保证。因此，它是无限可兑换的保证，这将使CBDC系统与我们目前的系统完全不同并且更危险。

① 事实上，这甚至不是英国纸币的强制性特征。虽然银行按需支付现金是历史常态，但没有正式的法定义务。

② 如果银行自行决定向CBDC提供存款，这并不是问题。例如，银行可能会选择提供一些可根据CBDC需求转换的产品。估计这些负债的流动性比率反映了这一特征。银行也可以选择将定期存款转换为CBDC，在CBDC的整个经济体市场上成为卖家（针对银行存款），向银行和非银行开放。

即使在排除存款与CBDC之间的可兑换性（即从银行存款转为现金）的世界上，仍然可以有一种形式的集合银行运行，但这与CBDC一样可行。此外，从存款到存款的运行可能性较小，因为与实际转换为现金有关的时间要求和费用远远大于数字转换。

银行体系内的运行也是可能的，在这个世界上，存款和CBDC之间的可兑换性被排除，但CBDC的情况与CBDC一样可行，在这种情况下，客户将存款从一家银行电子化地转移到另一家银行。CBDC对系统内存款到存款运行，存款到现金运行以及其他金融稳定风险的影响是进一步研究的重要领域，但没有先验理由认为CBDC会使这样的运行更大或更可能。事实上，在CBDC系统中，可以更快地解决有问题的机构，并且没有传染风险，这可以消除存款人首先要运行的主要原因（有关这方面的进一步评论，请参阅第7节）。在本文中，我们主要关注CBDC中的银行业整体运行情况，因为这种运行方式对于CBDC来说是真正新的运行方式，并且如果CBDC系统设计得不好，这种情况可想而知。当然，按照其定义，这种模式运行的潜在规模和范围是单个银行运行的几倍。

为什么保证存款到CBDC的兑换不必要？关于保证银行存款进入CBDC的论点往往似乎是为了保持银行存款和中央银行货币之间的1:1汇率（平价）的可兑换性。这并不令人信服。实际上，只要：

(i) 中央银行允许根据CBDC数量规则调整CBDC的利率或通过交换非存款资格的CBDC数量来调整银行存款与CBDC之间的平价（根据CBDC价格规则），以便私营部门代理期望平价条件成立。也就是说，中央银行始终如一和可信地采取行动，以按照目标数量或价格要求和提供CBDC的数量。

(ii) CBDC合格债券有一个正常运作的流动性市场。

(iii) 至少有一个私营部门代理人（如银行或其他金融机构）可以接受/发行银行存款支付，并在CBDC市场和CBDC合格债券市场均有活跃。

条件 (i) 不言自明。条件 (ii) 和 (iii) 允许代理商利用该市场中的任何套利机会，从而推动CBDC和银行存款之间的平价偏差为零。① 在这些条件下，合理的结果将是一个庞大而流动的私人市场上的家庭和企业可以在银行之间交易银行存款，其中一些参与代理商可以获得可从中央银行解锁额外CBDC的合格债券。如上所述，依赖这个市场以及至少有一个能够进行任何套利机会交易的代理人的存在将因此确保银行存款与本国货币一样有效且风险较小，而不是依赖于他们的担保可兑换成央行在银行的资金。

① CBDC在 $x > 0$ 的情况下，同存款保持 $(1-x)$ 的比率。然后，一家金融机构可以锁定无风险的利润，从客户那里获取1单位的存款流入，在市场上购买1单位价值的政府债券，立即向中央银行出售1单位的CBDC，提供 $(1-x)$ 的CBDC给客户，并保持CBDC为无风险利润。套利将使 x 变为零。请注意，中央银行承诺支付1单位CBDC的金额为1单位“存款”-即中央银行在其业务中使用平价汇率-使该策略有效。

至于银行存款和其他形式的中央银行货币之间的平衡，现金和准备金之间的平衡由中央银行自由兑换现金来维持，而准备金和银行存款之间的平价则由商业银行要求结算同业存款流量在平价准备金。因此，银行存款和所有形式的中央银行货币之间是平等的，尤其是，这并不要求中央银行直接或通过商业银行的义务提供可兑换的银行存款，以防止CBDC，准备金或现金。同样值得注意的是，存款 - CBDC准备金平价并不要求消费者能够按需要将银行存款兑换成现金。根据定义，银行存款可兑换成现金当然支持平价。然而，在电子支付占主导地位的现代经济体中，银行承诺将银行存款定位为本国货币的银行间准备金电子转账。这一观察结果与CBDC提出的建议尤为相关，这些建议的动机是希望解决现金流量下降和/或加速现金流失（分别参见Sveriges Riksbank（2017）和Bordo and Levin（2017））。

CBDC系统还可以通过其他几种方式来限制存款向CBDC的转换，以防止运行，例如通过限制银行在规定期限内转换为CBDC的存款金额或者限制可以在任何一个CBDC账户中持有的CBDC数量。但是，即使在正常的时间内，这种限制也存在不保持平价的风险。此外，如Gürtler、Nielsen、Rasmussen and Spange（2017）所述，CBDC持有的上限将限制可能进行的交易的数量或价值，这可能会损害CBDC作为支付系统的有效性。关于这一点与金融稳定性相关，Callesen（2017）认为，如果上限足够高以允许CBDC在交易中有用，那么它也将太高以至于不能控制银行运行的风险。这就是为什么我们选择表达我们的核心原则，因为银行没有义务向CBDC提供存款。银行可以根据自己的判断自由交换CBDC是否存款。这是一个有吸引力的方法，因为它允许银行自己确定如何管理他们面临的风险，与其他核心原则相一致，同时保证银行业总量用尽的风险得到解决。

2.3 中央银行只会针对符合标准的债券发行CBDC

第四个核心原则是中央银行只与CBDC就其选择的合格债券（如政府债券）进行交易。正如第2.2节所述，它并没有将它换成准备金，也没有将它换成银行存款，如2.3节所述。这一核心原则允许中央银行通过发行CBDC来管理自身资产负债表的风险，就像准备金和现金一样。更重要的是，这些发行安排大多可以消除银行业总量用尽的风险，或者当CBDC和准备金可交换时通过一部分银行实现的运行，或者通过银行系统的广义运行 当CBDC和银行存款可按要求交换时，所有银行。

我们现在阐述如何从政策规则的角度提供CBDC。数量规则确定了各自央行货币的数量，并允许其利率进行调整。价格规则确定了各自央行货币的利率，并允许其数量进行调整。我们将互换使用术语价格规则和利率规则。

目前，准备金在许多主要经济体使用数量和价格总量规则供应。具体而言，在定量宽松下，中央银行购买一定数量的金融资产以换取准备金，同时将利率设定在接近于零的水平。在传统政策下，使用价格规则，即中央银行设定准备金利率并提供该价格要求的准备金数量。

实物现金（钞票）目前是以隐含的价格规则供应的，中央银行通常以固定利率0%提供所需数量的票据。

CBDC可以根据数量规则或价格规则提供。根据CBDC的数量规则，中央银行不会针对需求增加发布额外的CBDC，而是允许CBDC的利率向下调整，直到市场清理。根据CBDC的价格规则，中央银行设定CBDC的利率，并允许私营部门确定其数量。中央银行通过按要求向私营部门免费发放（或撤回）CBDC，但仅针对符合条件的资产。在这样的规则下，CBDC的发行安排至关重要。

我们插图中的合格资产只包括后备政府债券。希望将其银行存款转换为CBDC的私营部门代理人必须首先获得后备金以换取存款，然后为中央银行提供后备金以换取CBDC，或者代理商必须找到获得CBDC的交易对手从中央银行换回后备政府债券，并愿意将CBDC兑换成代理人的存款。通过这些交易，只要不从银行部门获得后备金，存款不会离开整个银行系统，它们只是转移到后备政府债券的卖家。因此，当私营部门获得额外的CBDC时，银行融资总体上不会“失去”。这一结果的关键在于央行不会接受银行存款（或更普遍的银行借条）来换取CBDC，换句话说它不会直接为商业银行提供资金。这迫使代理商首先将其存款用于非银行负债的资产，即后备金，而CBDC持有的增加的对手是金准备金的减少，而不是存款。

可能出现的情况是后备政府债券的非银行供应商不希望保留在出售后备交换存款时获得的额外流动资金，而是使用存款购买不同的资产。只要银行不选择出售自己的资产作为这些存款，银行融资总额就不会减少。

如果后备金的来源来自银行部门，那么银行的总资产负债表合同，但是在接下来的部分中讨论过，它没有，第一次近似，立即影响到银行的信贷或流动性数量经济。此外，如果银行没有义务向CBDC提供存款（如第2.3节所建议的那样），那么银行就不能强迫他们使用自己持有的后备银行为CBDC提供存款。

PART.3

Summary of CBDC Models and Assumptions

3.1 接入CBDC的三种模式

我们在本文中考虑的CBDC的三种模式在能够接入CBDC的部门中有所不同，从狭隘的CBDC（仅限于银行和NBFI），到直接接入也延伸到家庭和非金融企业的系统（通过提供由CBDC完全支持的存款机构（即提供CBDC的间接版本的传统银行）的实体，最终转变为家庭和企业间接获得CBDC的系统。这些模型总结如下，在第4-6节中提供了更详细的描述。

金融机构准入（FI模式）：CBDC准入仅限于银行和NBFI。①CBDC可以被认为与Bank of England RTGS系统当前使用的准备金资产类似，但在重要方面不同于 这些差异是由于更广泛的接入以及不同的功能和核心目的。②③银行和NBFI可以直接与中央银行进行交易以购买/出售CBDC以换取符合条件的债券。对于这个模型，假设没有机构向家庭和企业提供资产，这些资产完全由中央银行资金支持，尽管这在技术上可行是可行的，事实上，今天在技术上是可行的。

我们选择考察CBDC的这种接入水平，因为它是一个清晰的边界，足以超越英国电子中央银行现有的现状。以及当前RTGS更新项目完成后可能的现状（参见Bank of England（2017b））——提出有趣的问题，说明它会对金融体系和实体经济产生怎样的影响，以及它可能允许哪些新的政策工具。

经济全面进入（EW型）：除银行和非银行金融机构外，家庭和企业也可以进入CBDC。CBDC因此可以作为经济中所有代理人的钱。获取并不意味着中央银行向CBDC的所有持有者提供零售服务。在EW模型中，只有银行和非银行金融机构可以直接与中央银行进行买/卖CBDC，而家庭和企业必须使用CBDC交易所购买/出售CBDC以换取存款。然而，家庭和企业可以直接将CBDC与中央银行进行交易的替代方案也是可行的，当然，家庭和企业之间也可以进行交易以购买/出售CBDC。CBDC交易所可能是一个新的独立实体，或者由银行或NBFI运营，但为了阐明清楚，我们将CBDC交易所作为独立实体在我们的EW型示意图中对待。额外的附加服务（例如在CBDC中进行交易的用户界面）也可由第三方提供。

① 如果使用分布式账本，则可以将其描述为仅具有CBDC账簿上的地址的银行和NBFI。

② Bank of England的RTGS基础设施旨在促进电子英镑转账的结算。在英国，银行和一些其他类型的金融机构（如中央交易对手）可以在RTGS中持有账户以持有准备金或解决净债务。自2017年年中以来，非银行支付服务提供商也已能够申请在RTGS系统中持有结算账户；预计第一批非银行支付服务提供商将于2018年加入实时支付结算系统。有关实时支付结算系统的目的和运营情况的进一步信息，即时支付结算系统中准备金结算账户与提供结算账户的条件之间的差异参见Bank of England（2018年）和Bank of England（2017a）。

③ CBDC可能有一系列目的 - 例如提供替代零售支付系统和/或第二种政策工具。根据本文的定义，其目的明确排除它作为实时总额结算系统与准备金竞争。

这个模型允许我们研究如果家庭和企业可以选择使用电子商业银行货币和电子中央银行货币，银行将会受到影响。Barrdear and Kumhof (2016年)，Engert and Fung (2017年)，Sveriges Riksbank (2017年) 和Meaning et al (2018年) 也研究了广泛接入CBDC，但它们的确切规格各不相同。

金融机构加CBDC支持的窄银行准入 (FI+型)：CBDC准入仅限于银行和非银行金融机构。在非银行金融机构部门内，至少有一家金融机构充当传统银行，向家庭和企业提供金融资产，这些金融资产由CBDC充分支持，但不能提供信贷。也就是说，它们为住户和公司提供了一个具有中央银行资金风险特征的资产，而不是与金融机构和借款人相关的风险概况。这种资产的持有者可以在这种传统的银行资金（称为间接CBDC，或iCBDC）之间进行交易。①我们将提供这种服务的机构称为间接CBDC供应商 (iCBDCPs)。这些iCBDCP不需要访问准备金和RTGS操作。因此，为了简单起见，在我们的例子中，我们假设他们没有持有准备金账户。然而，这对我们的研究结果并不重要，因为我们的核心原则解决了iCBDCPs拥有准备金账户和不储蓄账户时的风险。

通过这个模型让我们可以研究家庭和企业直接和间接获取CBDC的差异。

在只有现金和准备金的系统下，FI+模型是一种超越技术可能性的材料。在CBDC不存在的情况下，一个完全由现金支持的传统银行不太可能成为一个有利可图的持续经营。鉴于现金的无息性和存储成本，传统银行需要收取负利率或费用来支付成本。有了这个定价，它可能无法吸引用户，特别是如果商业银行受到存款担保和/或“如果在信贷”经常账户中提供“免费”（这是英国的现状）。②使用准备金充分回缩银行存款由于其他原因是有问题。由准备金支持的传统银行必须按照定义有权使用准备金和RTGS。通过这种访问，当客户从商业银行提取存款以存入传统银行时，交易将通过实时支付结算进行结算，商业银行的准备金账户借记和传统银行的准备金账户贷记（假设没有抵消交易）。这使消费者在商业银行存款和中央银行资金支持的资产之间几乎没有摩擦和无限制的转变。这反过来又允许在商业银行的“后门”上运行，这种速度比目前可能的更快和更大，这使得准备金支持的狭隘银行的存在对金融体系构成了极大的风险。引入与银行间结算资产（即准备金）分开的CBDC引入了由电子中央银行资金支持的资产的可能性，而没有上述伴随的金融稳定风险。

在此背景下，重要的是要注意，根据英国现行法规，由CBDC充分支持的传统银行可能不会自动有资格成为RTGS的成员和/或可以访问中央银行的准备金账户。这是因为必须决定其活动（不包括授予信贷）是否满足2001年金融服务和市场法令（受管制活动）（RAO）下受存款管制活动的定义。同样，传统银行不符合第8条指令2013/36/EU（CRD）中规定的欧盟级别“信用机构”的定义，并与第4.1（1）条，欧盟法规 No 575/2013（CRR）；s 55A FSMA and RAO。iCBDCP不会“授予他人信用”，因此不符合“信用机构”的定义。

① iCBDC的多个提供者的存在不需要削弱其作为交换手段的使用，以至于iCBDC系统可以互操作。

② 在商业存款利率实质上为负的时候，传统银行会更加可行。在这种不寻常的情况下，家庭和企业可能仍然倾向于持有现金，特别是如果传统的银行在存储现金方面的规模经济很少。

2017年为非银行支付服务提供商开发的访问框架在英国的即时支付结算系统中持有结算账户可能会增加传统银行在理论上持有准备金的范围。但是，仍然可以在英国银行全权决定是否可以访问RTGS中的结算账户。①

在定义我们的模型时，我们并不假定私人数字货币是否存在并被广泛使用，以及CBDC系统的基础是什么技术。例如，我们不假定使用DLT。

我们将CBDC本身定性为以电子方式24x7，以本国货币计价和计息的中央银行资产负债表。在本文的所有模型中，CBDC仅由中央银行发行以换取合格债券。在英国，这意味着CBDC以英镑计价，为了方便起见，我们假设合格债券仅包括政府债券（或者可以指定符合中央银行目前接受的合格资产以换取准备金，如英镑货币框架（SMF），中央银行保留酌情权选择其中哪些资产愿意接受以进行任何特定交易。②）当然，CBDC也可以通过其他方式发行，例如通过支付流通。然而，这代表着流量交易的累积速度相对较慢，而本文的重点是涉及CBDC潜在的大量股票交易。

3.2 资产负债表分析假设

我们的资产负债表分析基于一个主要先进经济体的程式化的资产负债表表示。我们利用美国金融账户和英国资金流量数据，使得我们数据中显示的资产和负债的相对规模大体上代表官方数据中报告的数据。③我们认为准备金市场与RTGS系统一起存在，并且它与CBDC系统分开运行。我们使用第3.1节中提出的模型，但是为了表达目的和提高分析的易处理性，做了一些简化假设。除非明确指出，否则不会影响关键结果。为了表达的目的，我们也使用英国金融体系的术语。本节的其余部分列出了我们的简化假设。

①结算账户提供准备金，用于结算中央银行资金，参与支付系统所产生的义务。这与用于参与英镑货币框架的准备金账户形成对照。准备金账户也可以用于结算，准备金账户持有人可以持有一个单独的结算账户（Bank of England（2018年））。

②例如，中央银行可能会选择出售CBDC，而不是相对较窄的合格抵押品库，或者借助更广泛的抵押品回购CBDC。考虑到自身的资产负债表风险，这是中央银行的选择。Bank of England的英镑货币框架载于“红皮书”（2015年Bank of England）。

③对于英国，采用了国家统计局（ONS）2016年资金流量（国家统计局，2017年）的数据。这些数据不够细致，无法单独提供我们分析中考虑的所有部门和资产和负债的资产负债表信息。美国数据来自2016年美国联邦准备金财务账户。

首先，如前所述，我们假设CBDC只由中央银行发行，仅用于换取后备政府债券（即英国中央政府债券），而不是所有其他符合条件的SMF资产。这个假设仅用于简化演示。其次，我们假设，在CBDC首次推出时，中央银行通过中央银行直接购买后备金来换取CBDC，而不是通过逆回购协议，也就是通过借贷CBDC进入流通环节。这一假设与Bank of England支持发行钞票的方法一致（参见Bank of England2016c）。在初始引入之外，中央银行随时准备与银行和非银行金融机构（包括那些作为CBDC交易所或iCBDCP的CBDC）进行自由交易，反之亦然，中央银行采取行动以匹配CBDC提供的总数量和根据其政策目标要求在市场上。第三，只有中央银行，商业银行和非银行金融机构直接持有小政府债券，而家庭和企业只能通过银行或非银行金融机构间接投资政府债券。虽然在实践中这显然不是真实的。例如，考虑高净值个人或大公司的财务部门，即通过限制我们需要研究的可能情景的数量，有助于简化我们的分析。此外，在英国，家庭和企业直接持有的政府债务与政府欠债总额相比非常小（美国也是如此）。①第四，所有商业银行在中央银行都有准备金账户，而不是非银行金融机构，住户或公司可以获得准备金;我们选择从RTGS的非银行参与者（如中央交易对手）摘录，因为它们在我们的分析中没有发挥关键作用。第五，我们假设经济是封闭的，也就是说，为了简单起见，我们从外国银行和外国投资者的角色抽象出来。第六，当家庭和企业能够获得CBDC或CBDC支持的金融资产时，可能存在两种新的NBF类型。这些分别是CBDC交换和iCBDCP。这些代理的作用在第5节和第6节以及附录中有描述。我们不认为其他类型的代理人存在。

①在英国发行债券，家庭直接持有少于1.5%，私人非金融企业直接持有少于0.2%（ONS 2017）。在美国，家庭直接持有美国政府公债总量的不到9%，而非金融企业直接持有不到1%（2017年美联储）。非居民非金融企业持有的非常低的直接持有量可能部分反映了常驻跨国公司将其国库安全资产持有境外子公司的决定（例如出于税收目的）。这些债券被记录为非居民所有。

PART.4

金融机构准入模式（FI型）

4.1 FI型的描述

FI模型的设置如图3所示。它显示了中央银行、商业银行部门、NBFi部门以及家庭和企业部门之间的相互作用。没有CBDC存在的设置可通过忽略红色CBDC线来可视化。

在FI模式下，所有银行和非银行金融机构都可以在中央银行拥有一个CBDC账户。^①虽然他们可以单独交易（购买/出售/出借/借入）CBDC与中央银行以换取符合条件的资产，但这总共只能导致当中央银行执行价格规则时，CBDC的数量会发生变化，这意味着它可以按照目标价格提供任何需求或供给。在数量规则下，CBDC的利率将调整以平衡需求和（固定）供应。根据任何一项规则，CBDC账户持有人可以自行交易CBDC，换取资产（包括银行存款）或商品和服务。银行除了拥有CBDC账户外，还在中央银行拥有准备金账户。为了简化说明，我们假设没有其他经济主体有机会获得准备金。我们也假设没有改变金融体系准备金的目的。同样，我们假设没有银行或非银行金融机构使用中央银行的资金为家庭和企业提供资产，这些资产完全由中央银行资金支持。

商业银行维持与非银行金融机构，公司和家庭的借记和贷款头寸（这些在图3中用黑色箭头“银行存款”和“银行贷款”表示）。非银行金融机构向住户和公司提供金融服务，包括基金管理服务，导致非银行金融机构对家庭和企业部门负有财务责任。家庭和企业无法使用CBDC。CBDC的推出为NBFi提供了一种新的安全流动资产。它还为银行和非银行金融机构提供了额外的支付渠道。例如，银行到银行的支付可以通过RTGS或通过CBDC系统完成，而NBFi到NBFi的支付可以通过银行系统（通过RTGS进行结算，如果需要的话）或直接通过CBDC系统完成。CBDC因此是银行存款的替代品，其可替代性由相对功能性和便利性决定，实际替代由相关回报决定。^②

4.2 模型FI的CBDC介绍方案

为了探索初始CBDC引入经济体的资产负债表影响，我们研究了中央银行确定CBDC利率的情况，并允许非银行金融机构以该利率获得他们期望的CBDC数量。我们的例子假设，在这个利率下，NBFi希望用新发行的CBDC替换他们的全部银行存款，以满足他们的流动性需求，为了简单起见，假定这些需求以英镑形式保持不变。这是一个极端的例子，尽管我们没有分析其可能性，但我们注意到这是一个可行的结果，CBDC的利率和功能相对于银行存款具有足够的吸引力。Barrdear and Kumhof（2016年）的综合分析将考虑一般均衡效应，即CBDC的引入可能会增加经济活动，因此，加上银行存款和CBDC之间的不完全替代性，对银行存款的需求和CBDC。

①或者，把它放在DLT术语中，他们可以在CBDC分类帐上有自己的地址。

② CBDC还为非银行金融机构提供了持有商业银行存款证和商业票据的替代品。我们并没有分析替代范围，因为它只提供了商业银行英镑计价资金的3%，因此这种类型的银行业责任不在此限。我们选择重点关注对商业银行存款资金的影响。

为了了解对商业银行资产负债表的规模和构成的潜在影响，我们追踪了中央银行，商业银行部门，非银行金融部门和家庭的资产负债表内和资产负债表的所有可能变动情况，以及因为非银行金融机构从持有银行存款转向持有CBDC。我们关注的是对每个部门的影响，而不是对个人代理或机构的影响，因为我们对部门影响和综合影响感兴趣。重要的是，我们认为引入CBDC并不伴随金融体系的重大压力。也就是说，我们假设转换是以有序的方式进行的。

在我们的每个情景中，我们假设，无论是非银行金融机构还是家庭和企业对流动性的需求都不变，流动性被定义为银行存款和CBDC的总和。因此，当非银行金融机构或家庭和企业试图转移符合其要求的存款时，他们通过与银行交换存款，与银行持有的其他资产或银行提供的其他非存款债务交换存款。

这种对流动性需求的假设保持不变，这意味着非银行金融机构和家庭以及公司持有的CBDC数量的增加必然导致同样规模的存款减少，这在下面的分析中得到了反映。如果这个假设得到放宽，CBDC引入后存款不一定会下降。例如，在NBFi试图用CBDC替换其后备金的情况下（这可以通过NBFi与其CBDC的银行存款交换，并且银行使用存款购买NBFi的后备金以获得所需的CBDC）。

4.3 FI型重要见解

图4通过流程图显示了FI模型的不同情景，我们假设在CBDC初始引入时，NBFi从持有银行存款以持有CBDC。但银行资产负债表是否萎缩取决于银行，非银行金融机构以及家庭和企业的联合行为。我们首先回顾这些情景可以分解为两个独立的因素：NBFi部门决定是否收购CBDC，同一部门决定从资产负债表中清除银行存款。回想一下，我们保持公司和住户所需的流动性数量不变。

如果银行总体选择出售自己的资产以满足CBDC的需求，银行业的资产负债表合约。这些资产销售可以采取向中央银行销售后备金的形式，直接获得非银行金融机构所需的CBDC，或将非金条资产出售给非银行金融机构以换取非银行金融机构所希望的存款提取，或者销售非镀金资产转移给家庭和企业，以换取家庭和企业从NBFi获得的超额存款。图4所示情景的部分列表包括：（1）银行将其部分持有的金准备金出售给中央银行以获得非银行金融机构所期望的CBDC，然后将这一新收购的CBDC出售给非银行金融机构以换取不需要的存款；（2）银行将其部分持有金的股票出售给非银行金融机构以换取不想要的存款，然后非金融机构向中央银行出售后备机构以获得期望的CBDC；（3）非银行金融机构通过向中央银行出售其持有的后备金获得CBDC，各银行选择将其部分非金融资产（如MBS或ABS）出售给非银行金融机构以换取非银行金融机构的不想要的存款；（4）非银行金融机构通过向中央银行出售其持有的后备金获得CBDC，并分别通过从家庭和企业购买资产从其资产负债表中清除不需要的存款；家庭和企业现在有过剩的流动性，并通过购买非投资银行资产来换取存款。①

① 如果我们放宽简化的假设，即唯一CBDC符合条件的债券是后备债券，那么银行将自己的名称债券出售给中央银行以换取CBDC（自有名称债券是由商业银行没有它自己发起的贷款）。在Bank of England英镑货币框架等制度中，这种可能性在其流动性操作中接受这些债券。这种选择看起来很像银行向中央银行出售其持有的后备金的情况，这将导致银行业总资产资产负债表立即收缩，但首先不会降低经济中的流动性（存款加CBDC）或信贷数量。

当向中央银行出售给中央银行的后备政府债券的来源是非银行金融机构时，银行部门资产负债表的规模将保持不变，如果非银行金融机构或非银行金融机构已与非存款资产交换银行存款的家庭和企业，利用其存款购买非存款银行负债，从而改变银行业资产负债表的负债构成，但不改变整体规模。部分非银行金融机构降低存款的例子包括：（1）非银行金融机构以非存款银行负债换取其存款，或（2）非银行金融机构购买家庭和企业资产以换取存款，然后家庭和企业这种流动性过剩是通过从银行部门购买非存款负债。请注意，在这些情况下，虽然银行业资产负债表的规模不变，但银行资金构成发生变化。

商业银行在销售非银行银行资产与向非银行金融机构或家庭和企业出售非存款银行负债之间作出的选择将受到监管要求和不同选择的相对成本的影响。非银行金融机构，家庭和企业的选择同样取决于可用选项的相对回报和其他特征。

请注意，银行业综合部门的资产负债表规模对于经济成果本身并不重要。相反，关键幅度是涉及银行资产和负债的两个资产负债表小计。在资产方面，临界规模是信贷，意味着非银行借款人获得的总资金，这决定了借款人的投资和交易能力。在负债方面，临界值是流动性，因为流动性影响非银行从事经济交换交易。流动性可以采取银行存款，现金（因简单而忽略，因为它很小）以及CBDC推出后的形式。我们简化的假设是，对于总体流动性而言，重要的是银行存款和家庭，企业，和非银行金融机构持有的CBDC的总和。前者由“家庭和企业存款”和“NBFI存款”表示，后者由“CBDC”表示。

我们观察到，总信贷从未受到NBFI从银行存款转入CBDC的直接影响。但是，通过银行贷款利率可能会产生第二轮效应，导致信贷数量的均衡变化。其中一些影响可能是由于监管。例如，“巴塞尔协议III”的要求对“不稳定”（通过净稳定资金比率）的银行融资份额进行限制，并要求最少持有流动资产以弥补某些类型资金的潜在流出（通过流动性覆盖比）。这些限制反过来影响银行的放贷能力。用批发资金替代NBFI存款或者取消相对流动性的政府债券可能会在某些情况下影响监管比率，从而影响信贷的数量或价格。了解这些渠道是未来研究的重要领域。

我们还观察到，全面流动性从未直接受到NBFI从银行存款转向CBDC的影响。然而，就总信贷而言，通过价格可能会出现第二轮效应，特别是如果我们简单假设银行存款与CBDC之间的完全可替代性不成立，情况可能如此。

最后，银行向存款人提供CBDC的意愿并未预先确定其对总资产负债表的影响。从图4可以看出，无论银行是否向存款提供CBDC，依旧可以得到所有的资产负债表变动。

PART.5

经济型访问模型（EW型）

5.1 EW模型描述

图5展示了EW模型的设置。它显示了中央银行、商业银行部门、NBFi部门、CBDC交易所以及家庭和企业部门之间的相互作用。通过忽略图5中的红色CBDC线，可以看到没有CBDC的设置。

在EW模式下，所有银行，非银行金融机构，CBDC交易所以及家庭和企业都可以在中央银行拥有一个CBDC账户。只有银行，非银行金融机构和CBDC交易所可以直接与中央银行交易CBDC。①家庭和企业可以改用CBDC交易所将存款转换为CBDC，反之亦然。CBDC交易所可能是一个新的独立实体，或由NBFi或银行运营。出于说明目的，在我们对EW模型的说明中，我们将CBDC交易所的运作分开，而不是将它们合并到银行或NBFi的资产负债表中。

为了简化解释，我们假设银行和非银行金融机构本身并不使用CBDC交易所的服务，因为它们直接进入中央银行以及它们在批发债务市场进行交易以获得合格抵押品的能力。CBDC账户持有人可以自行交易CBDC，以换取资产（包括银行存款）或商品和服务。银行除了拥有CBDC账户之外，还可以访问中央银行的准备金账户。为了简化说明，我们假设没有其他经济主体有机会获得准备金。这可以放宽以允许CBDC交易所获得准备金，而不会改变我们的主要结果。我们假设准备金的目的没有变化，并且没有任何银行或非银行金融机构利用其获得中央银行资金的机会向那些完全由中央银行资金支持的家庭和企业提供资产。

商业银行在非银行金融机构以及家庭和企业（在图5中用黑色箭头“银行存款”和“银行贷款”表示）维持借记和贷款头寸。非银行金融机构向住户和公司提供金融服务，包括基金管理服务，导致非银行金融机构对家庭和企业部门负有财务责任。

由于家庭和企业无法直接从中央银行购买CBDC，他们通过CBDC交易所获得了额外的CBDC。②CBDC交易所最简单的形式是从家庭和企业获得银行存款，并提供CBDC作为回报（反之亦然）。它可能会收取费用或传播这项服务。同样可以想象的是，银行可以选择为客户吸收任何成本，就像今天提供现金的成本不被银行转移一样。为了补充其持有的CBDC，CBDC交易所使用它收到的存款来购买后备政府债券，然后使用后备政府债券在中央银行获得CBDC。CBDC交易所至少有一家商业银行开户，以便能够接受存款。

①但是，如第3节所述，这不是此场景的必要组成部分。

② 实际上，银行可能会选择将CBDC交易所的服务整合到其提供的消费品中，在这种情况下，个人存款人可能不会察觉他们正在使用交易所，尽管他们是通过他们的银行。

5.2 EW模型下，CBDC情景介绍

为了探索初始CBDC引入经济体的资产负债表影响，我们研究了中央银行确定CBDC利率并允许家庭和企业以该利率获得他们想要的CBDC数量的情景。我们的例子假设，在这个利率下，家庭和企业希望用新发行的CBDC替换其持有的大部分银行存款以满足他们的流动性需求，为了简单起见，假定这些需求以英镑形式保持不变。我们不分析这种转变为CBDC的可能性，但请注意，这是一个可行的结果，CBDC的利率和功能相对于银行存款具有足够的吸引力。

我们只关注家庭和企业从存款到CBDC的替代，而不是考虑NBFIs从存款到CBDC的替代，以便我们可以确定家庭和企业转换对银行资金的具体影响。

5.3 EW模型的重要见解

图5通过流程图显示了EW模型的不同情景，而图6显示了与图4中三种情景相对应的资产负债表。我们假设在CBDC初始引入时，家庭和企业从持有银行存款（图6中的“家庭和企业存款”）以持有CBDC。但银行资产负债表是否萎缩取决于银行，非银行金融机构以及家庭和企业的联合行为。

EW型潜在结果的范围与FI型非常相似。这两种情况之间的主要区别在于引入CBDC时检查的过渡的可能规模。CBDC交易所以及不直接与中央银行进行交易的家庭和企业的存在本身并没有实质性地改变商业银行的结果。鉴于此，检查此模型的许多见解与第4节中提供的内容相同。这当然是一个重要的见解。

如果银行总体选择出售自己的资产以满足CBDC需求增加和银行存款需求下降，银行业的资产负债表合约。当银行出售非存款银行负债时，银行业的资产负债表保持不变，从而改变银行业资产负债表的负债构成，但不改变其规模。

但在所有情况下，对FI模型而言，总信贷和总流动性从不直接受到银行存款向CBDC转换的影响，事实上，如前所述，如果引入CBDC流动性刺激经济活动和CBDC 银行存款并不是完美的替代品。

PART.6

金融机构加CBDC支持的传统银行准入模式 (FI +型)

6.1 FI+模型描述

FI +模型的设置如图7所示。它显示了中央银行，商业银行部门，NBFi部门，CBDC支持的传统银行部门以及家庭和企业部门之间的相互作用。在FI+模式下，CBDC仅限于银行和NBFi。但是，至少有一家金融机构使用CBDC向CBDC充分支持的家庭和企业提供资产。我们称这种资产为间接CBDC或iCBDC，并指出它可能但不一定具有与CBDC相同的功能。提供iCBDC的金融机构可以被认为是一种传统银行，我们称它们为iCBDC提供商（iCBDCP）。FI +型可以认为是FI型和EW型的混合型。

与前两种模式一样，商业银行在非银行金融机构以及家庭和企业（在图7中用黑色箭头“银行存款”和“银行贷款”表示）维持借记和贷款头寸。非银行金融机构向住户和公司提供金融服务，包括基金管理服务，导致非银行金融机构对家庭和企业部门负有财务责任。家庭和企业使用银行存款从iCBDC提供者购买iCBDC，iCBDC提供者允许其客户将其iCBDC兑现为银行存款。银行和NBFi本身并不使用iCBDC提供者的服务，因为它们可以直接访问CBDC。我们假设iCBDCP有足够的激励机制来建立并继续运营他们的服务，例如存款转入iCBDC的转换费用，账户费用或者iCBDC支付的费率低于CBDC支付的费率。我们还假定商业银行没有义务向iCBDC提供存款，因为这将等于银行存款保证可转换为CBDC。正如2.4节所讨论的那样，这将是一个非常不理想的特性。

6.2 FI+模型下，CBDC情景介绍

为了探索初始的CBDC / iCBDC引入经济体的资产负债表影响，我们研究了央行修正CBDC的利率的情况，iCBDC的利率等于CBDC的利率，因为iCBDC提供者通过收费收回成本而不是利差，以及家庭和企业可以通过iCBDC提供者自由获得他们希望的CBDC / iCBDC利率的iCBDC数量。我们的例子假设，在这种利率下，家庭和企业希望用新发行的iCBDC取代其持有的大部分银行存款，以满足他们的流动性需求，为简化起见，这些简单性假定以英镑形式保持不变。我们不分析这种转变的可能性，但请注意，这是一个可行的结果，因为iCBDC的利率和功能相对于银行存款具有足够的吸引力。我们只关注家庭和企业通过iCBDC取代存款（以及iCBDC提供者相关的CBDC收购），而不是考虑NBFi用CBDC取代其存款。

6.3 FI+模型的重要见解

图7通过流程图显示了FI+ 的不同情景。我们假设在CBDC初始引入时，家庭和企业从持有 银行存款持有iCBDC。但银行资产负债表是否萎缩取决于银行，非银行金融机构以及家庭和企业的联合行为。 FI+型潜在结果的范围与EW型非常相似。鉴于此，审查该模型的许多见解与第5部分中提出的观点相同。与EW模型相比，一个例外是中央银行对于iCBDC和银行存款的相对吸引力的控制可能更有限，导致 iCBDCP提供iCBDC相对于CBDC的时变利率利差的可能性。

PART.7

运营数字银行？

7.1 初步措施

在第4-6节中，我们研究了与CBDC有序引入CBDC尚未出现的经济相关的资产负债表动态，以及银行存款是唯一重要的交换媒介。我们现在转向研究CBDC已经成为银行存款的交换媒介的环境，以及经济体对银行业突然失去信心的情况，这导致了非银行的大规模尝试从持有银行存款转为持有CBDC（或iCBDC）。因此，资产负债表的问题，即收购CBDC大量额外股票的尝试，与上面讨论的非常相似。不同之处在于期望切换到CBDC的潜在非常大的规模，以及假设该切换不是有序的，而是发生在金融市场恐慌的环境中。在讨论CBDC的利弊时，对这种“运营数字银行”的银行系统脆弱性的担忧非常普遍。

我们在这一部分的主要观点是，只要第二部分的CBDC系统的核心设计原则得到尊重，这些关注在很大程度上就被误导了，因为它们要么假定CBDC传输通道似乎存在于部分均衡，但无法在一般均衡分析中幸存下来，或者他们认为在当今金融体系中尽可能的情景与在CBDC的世界中一样。

后者的一个例子是从银行存款到现金。这种运行当然可以发生。^①但是，在CBDC和没有CBDC的世界中，情况也是如此。这里关键的问题不在于现金，而在于CBDC，CBDC的存在是否为银行系统中的非银行系统范围的运行开辟了新的可能性，这些银行系统在没有CBDC的情况下不存在。

如第2部分所述，CBDC系统的核心设计原则是

- (i) CBDC应支付可调整的利率。
- (ii) CBDC和准备金是不同的，并且不能相互转换。
- (iii) 银行存款无需担保按需转换（通过商业银行或中央银行保证兑换的义务）。
- (iv) 中央银行仅针对合格债券（主要是政府债券）发行CBDC。

下面在CBDC数量和CBDC价格规则的背景下探讨这些原则对运行情景的影响。

我们从第一个核心原则开始，即CBDC的可调整利率。这里我们需要区分CBDC数量规则和CBDC价格规则。根据CBDC数量规则，CBDC利率调整机制应该以不断清理市场的方式进行设计。例如，如果中央银行的CBDC与GDP的比率达到15%，并且在某个时间点和CBDC利率处于主要水平，那么市场对CBDC的要求比此目标更高，CBDC的利率必须一直下跌，直到市场清理到期望的数量。需要有一个有效的机制来促进这种调整。对该机制潜在设计的进一步研究将是CBDC文献的有价值的延伸。例如，如果市场相信中央银行将一贯地和可信地采取行动来匹配CBDC的数量，这项研究可以用地确定该机制是否有必要近实时地进行调整，或者是否可以容忍调整的小的延迟对数量目标提出要求。^②这种评估需要考虑CBDC可能实现的速度和流量，无论是在正常时期还是在金融市场压力情况下。

^①例外情况是，在紧急情况下可兑换成现金暂停或减少，例如在最近的危机期间发生在希腊和塞浦路斯。

^②如果代理商知道明天央行将调整政策以确保平价平衡，那么即使面对供需不平衡，代理商今天也不会偏离平价汇率，因为偏离会导致明天的资本损失。

根据CBDC价格规则，CBDC的供需平衡变化的主要反应当然会通过数量调整来实现，我们将在下面讨论。但即便如此，在这里央行也可以谨慎行事，以便迅速应对金融市场混乱和企图冲击CBDC，必要时可以大幅降低CBDC利率，尽管超出某一点可能会面临政治经济壁垒。与准备金利率不同，准备金利率将继续以目前的方式进行调整，以离散和相当长的时间间隔计算，以数周或数月计算，如果情况需要，对CBDC利率的调整可以而且应该迅速而频繁地进行。

我们现在转向第2部分中列出的剩余核心原则，即关于中央银行将以什么样的资产来换取CBDC的限制。原则是CBDC是针对中央银行选择的符合资格的资产发行的 - 最有可能是目前发行准备金的资产 - 但不是针对银行存款，准备金或现金。在包括英国在内的许多主要经济体中，中央银行合格资产组合的范围比国内政府债券要宽泛得多，与通过理发管理的非政府资产相关的风险（即管理其风险敞口，中央银行可能对风险较高的资产进行贷款，但只是对其市场价值进行折扣）。通过使银行更容易获得理想的CBDC，将大量可用资产转换为CBDC原则上可以快速适应CBDC。然而，在银行信心危机下，例如在一些家庭和企业不希望以任何价格持有银行存款的环境中，不管其与CBDC的回报差别如何，在银行信心危机中消除银行存款的风险并不容易。这是我们将在下面回到的主题。

正如第2.3节所讨论的，CBDC系统最有问题的设计特点是银行，因此暗示中央银行必须保证银行存款无限制地可转换为CBDC。商业银行保证无限制的可兑换性 - 即使在银行不再能够在私人市场上获得CBDC或合格资产的情况下，也能使其充分可信 - 要求中央银行也要保证可兑换性。在这种情况下，如果家庭和企业想要大规模快速转出银行存款，他们可以这样做，因为一旦银行不再能够获得CBDC，并且一旦他们已经用完合格资产从中央获得CBDC银行，中央银行将有义务提供额外的CBDC以抵补银行发行的借条。然而，这将为汇总银行业务敞开大门，中央银行的手将成为银行体系的一个大型且可能部分无担保的债权人。中央银行在某些情况下可能希望成为如此大的债权人，但这不应该是家庭和企业的主动，而应该是一个政策决定。

在2.3节中，我们已经讨论过如何保证银行存款可转换为CBDC并不意味着银行存款不会与其他形式的中央银行货币进行平价交易。原因是平价可以通过其他方式完成。具体而言，根据CBDC数量规则，CBDC交易平价交易，因为CBDC的利率而不是CBDC与其他形式的中央银行货币之间的汇率清除了市场。根据CBDC价格规则，中央银行按照这些不同形式的中央银行货币之间的平等比例，向合格资产发行现金，准备金或CBDC，而商业银行以平价方式将同业存款流入准备金。商业银行还以平价交换现金存款，支持不同形式的中央银行货币和存款之间的平等，但并非严格要求。然而，重要的是有足够的CBDC合格资产可供私人参与者利用因CBDC-银行存款平价暂时偏离而产生的套利机会。

因此银行自身不需要确保银行存款向CBDC的可兑换性，因此中央银行在发行CBDC时不需要准备好接受银行的IOU作为合格资产。相反，所需要的是有一个市场，银行存款可以自由地与CBDC和CBDC合格债券进行交易，并且该市场通过除银行存款和CBDC之间的汇率调整之外的机制进行清算。商业银行是否参与这样的市场是商业决策，而不是货币体系的设计特征。

7.2 一般均衡下的运营数字银行情景

我们现在尝试构建大规模数字银行运营的场景，并解释这些场景在一般均衡中可能出现矛盾的地方。假设一大群私人代理商为了获得CBDC而大规模地出售银行存款。为了我们的论点，我们假设这个小组由所有家庭，公司和非银行金融机构的一半组成。假设A组没有持有符合资格的资产，并且银行没有在其资产负债表上持有CBDC。还假定中央银行确定CBDC的利率，而不是其数量。^①接下来会发生什么，取决于A组需求的额外CBDC是否可用，以及如何以及如何获得。有三套场景。

第一组情景是有一组B私人非银行代理人由另一半的所有家庭，公司和非银行金融机构组成，并且这些代理人愿意将CBDC出售给A组。在这种情况下CBDC还有银行存款，只需在不同代理商之间转手，而其总数量没有变化。从A组的有利位置看，就像一个成功的数字银行业务一样，从整体银行体系来看，一般都没有运行。在这种情况下有几种变体，并且在它们中没有任何一个汇总银行运行。第一个变种是商业银行作为A组的中介，通过进入私人市场从B组购买CBDC，然后将其出售给A组。因为银行通过向B组发行新的存款来购买额外的CBDC，并且A组随后撤回其存款以获得CBDC，这根本不改变存款总量，它只改变其分布。第二个变体是B组愿意出售符合资格的资产而不是CBDC的A组。与前面一样，B组最终以A组的银行存款结束，后者最终与期望的CBDC交换新收购的中央银行CBDC资格资产。第三种形式是商业银行作为A组的中间人，通过进入私人市场从B组购买合格资产，然后将合格资产转换为CBDC，然后将其出售给A组。因为银行购买了额外的合格资产通过向B组发行新的银行存款，然后A组退出其存款以获得CBDC，存款总量根本没有改变，只有其分布。

现在可以认为，在单一银行上运行足以引发系统性金融部门问题，而CBDC的出现更有可能因为其电子化的点击按钮而变得更有可能。但这并不令人信服。原因在于不同金融机构的银行存款也是电子且易于使用的，并且将从单一问题机构将现有存款转移到其他机构的运行在这方面与通过CBDC的运行没有根本的区别。但是今天这样的一场比赛当然是完全可能的，在没有CBDC的世界里。因此这不能成为反对CBDC的论据。

^①请注意，中央银行确定CBDC数量并允许利率接近实时调整的情况非常类似于它确定利率但使用酌情决定权迅速调整利率以回应试图跑。不同的是，在前一种情况下，利率调整是自动的，而在后一种情况下则需要政策决定。

一个更有说服力的观点是，单一银行的运行更可能是因为CBDC的存在将搜索成本降低到零，以寻找与现金不同的低风险（或实际上无风险）流动资产提供商的搜索成本大批量，低成本。存款人固有地知道CBDC是“安全”的，而确定哪些商业银行是安全的，在银行的流动性状况（实际上是偿付能力）可以迅速改变的财务压力时期可能代价高昂。但是另一方面也有争议：CBDC的存在可能使解决个体问题机构变得更容易和更快，通过授权当局尽早在CBDC安全地偿还存款人，然后解决机构问题而不会对金融体系的其他部分产生传染效应的危险，否则这种情况可能会在有问题的机构的存款暂时不能使用并且被认为存在至少部分违约的风险时发生。由于基于CBDC的分辨率可以几乎立即执行，因此可以减少传染的可能性。由于银行存款人事先知道这一点，因此与没有CBDC的世界相比，这实际上可能会降低银行运行的可能性。我们注意到，这个解决机制相当于中央银行在紧急情况下接受银行借条以换取CBDC。然而，这将取决于中央银行的自由裁量权，而不是自动的，央行只接受特定问题机构的欠款，而不是所有银行（然后可能只能达到一定的存款保险限额）。Engert and Fung (2017) 也猜测，如果存在广泛可用的CBDC增加了运行威胁的可信度，银行可能会通过降低其承担或持有较高资本缓冲库存的风险来做出响应。

第二种情况是没有非银行集团B（住户，公司或非银行金融机构）愿意向集团A提供CBDC或合格资产，或银行不是集团A的中介机构，但商业银行过剩在资产负债表上提供合格资产。当A组要求额外的CBDC时，银行可以选择将其在中央银行的合格资产与CBDC进行清算，并将该CBDC出售给A组。银行资产负债表减少了对CBDC撤回的银行存款金额。与第4-6节中的资产负债表情景类似，这是银行资产负债表规模的有序减少，至少在最初时，它不会改变非银行借款人的信贷总额，也不会改变银行的流动性总量经济。由于银行清算的符合条件的资产是超额供应，因此这种假设对监管比率也没有关键影响。只要合格资产的可用超额供应量不超过集团对CBDC的需求，就不会对银行业或其客户造成任何严重问题。

在这个阶段，值得考虑是否有足够的合格资产来适应CBDC的大规模增长。截至2016年底，私营部门（不包括银行和非居民）持有的英国活期存款总值约为1,300亿英镑，而定期存款额为6500亿英镑，而总市值 私人部门持有的政府债券约为1430亿英镑。^①但是，很大一部分政府债券可能不能自由交易，但是由于保险公司和养老基金（持有大约五分之二政府债券）的投资组合限制，对价格不敏感在海外举办的政府债券（约占政府债券总数的四分之一）^②，以及对金融机构的监管要求（政府债券总数的10%左右）。但是，如果CBDC符合资格的资产是SMF所接受的资产，包括自有名称债券在内，那么它们将比存款存量多。

①存款数据来自Bank of England统计‘Bankstats（货币与金融统计）表B1.4。Gilts的数据来自英国债务管理办公室，“Gilt控股的DMO分布”，均于2017年12月1日发布。

②虽然这些可以回到英国 - 特别是金价在危机中上涨 - 我们推测这些海外持股可能更加粘滞，那些持有在岸的部分是因为它们不太可能为流动性目的而持有，并且更有可能持有 投资基金（包括主权财富基金）可能具有投资组合的要求，至少在短时间内不管价格变动如何，都可以防止大量减少其金融投资。

这将我们带到了第三套情景中，即运行CBDC的规模非常大，以目前的CBDC利率，银行和B集团都不愿意参与足够数量的CBDC或合格资产来满足需求。第三组情景中发生的情况又是CBDC发行政策规则的一个功能。

首先假定一个CBDC数量规则。在这种制度下，CBDC的需求初步增长可以通过CBDC的利率下降来消除。但是，如果这需要高负利率，并且如果将利率进一步降低到这个水平以下会变得政治困难，那么存在潜在的限制。

此时，中央银行可能会被迫转向价格规则。因此，假定中央银行将CBDC的利率固定在政治上可接受的最低水平，并假设即使在这种惩罚率下，A组也希望以任何价格（几乎）以任何价格将存款转换为CBDC，这可能是因为它关注银行的偿付能力。

首先，假设没有CBDC合格债券可以被购买，CBDC存款平价可能会破裂。这是因为消除偏离平价的原因在于套利者能够购买存款债券，并将CBDC中相同的票面价值出售给中央银行；如果没有更多的债券可以购买（或者，如果CBDC合格债券的价格升高到中央银行选择停止购买以保护其资产负债表的程度），则此套利机制崩溃。

然而，平价不一定会突破，因为另一个价格即银行存款利率可以调整。鉴于银行存款在给定利率下的需求大幅下降，银行存款利率可能会相对于政策利率和CBDC利率而言有所提高，从而激励家庭和企业持有存款。由于银行存款的利率构成银行的边际融资成本，竞争性银行会以贷款利率较高的形式将这一增加转嫁给借款人。

在此之前，存款仅在银行选择出售自己持有的CBDC或CBDC合格债券的情况下被销毁。正如第4-6节所讨论的，这种存款破坏并不意味着要么立即减少整个经济体的信贷供应，要么立即减少整个经济体的流动性供应。但是，存款利率的上升将通过减少贷款需求而引发第二轮效应。这反过来会导致偿还贷款，并通过销毁现有银行存款来偿还贷款。在这种情况下，信贷和流动性供应就会减少。但关键的是，这种贷款还款不可能在一夜之间或几天内变得非常大，而银行运行显然几乎是瞬间现象。相关的，在很大程度上，偿还贷款是银行资产方面的事件，需要花时间做出明确的决定，而银行运行是负债方事件，银行大多为被动回应者。这些是非常不同的现象。更重要的是，上面概述的价格渠道调整都没有与CBDC有任何必要的联系，因此在没有CBDC的世界中与在CBDC的世界中一样可行，就像从银行存款到现金一样。

作为最后一点，我们注意到上面讨论的第三种情况确实非常极端，导致整个银行体系失去信心。在这种情况下，历史先例表明，无论是否存在CBDC，中央银行和政府都可能采取措施在紧急情况下尽早

减少失调，例如减少存款到现金和存款到CBDC可兑换性，强加资本控制和/或银行国有化。中央银行也可以自由决定，而不是作为自动回应，暂时接受所有银行的银行存款，以换取CBDC。因为这相当于中央银行以其选择的利率接受银行的无担保的借条，这将限制银行体系的融资成本增加。

我们总结如下：首先，在个别金融机构运行，或从全系统的银行存款转为现金，在没有CBDC的世界中与在CBDC的世界中一样可行，并考虑到CBDC的优势银行决议，可能不太可能与CBDC。其次，试图减少银行存款绝对数量的系统范围运行只能通过银行资产方面的调整来实现，并且其可行性不再取决于CBDC的存在，而CBDC的可能性可能较低。第三，通过CBDC系统的适当设计，可以适应大幅度增加CBDC相对于银行存款的数量的尝试，并且该住所仅在非常极端的情况下遇到限制，包括限制CBDC利率如何负的限制，以及中央银行愿意接受以换取CBDC的合格资产的可用性的限制。当然，谨慎的做法是担心所有这些可能性，但是它们会导致对CBDC的一个更弱的论点，而不是关于数字银行运行的流行的局部均衡论据可能导致人们相信。

PART.8

结论

中央银行数字货币（CBDC）引发了许多关于货币和金融体系以及经济体系结构和运作基本问题的讨论。为了讨论CBDC的实际应用的潜在影响，首先必须清楚地描述CBDC系统如何在现实世界中运行，其中一个重要维度是CBDC的资产负债表。因此，在本文中我们首先描述将CBDC初始引入三个假设且看似合理的模型经济体，对其资产负债表的影响。这些模型经济体在能够获得CBDC的参与者有所不同，然后我们讨论数字银行在CBDC世界运行的主题。

对于CBDC的最终用户来说，数字货币是商业银行存款的替代品。因此其资产负债表影响与商业银行和非银行金融机构对资产负债表的影响密切相关。因此，了解CBDC不仅对银行资产负债表规模的影响至关重要，而且还要了解这些资产负债表的经济重要方面，最重要的是银行资金，私人信贷总额和液体交换媒介的总量。

我们证明，如果CBDC有序推出，银行资产负债表的规模可能会减少，但不一定会减少。事实上，CBDC并不一定会导致银行融资收缩。但更重要的是，从第二轮和价格中介效应抽象出的第一个近似值，对私人信贷或对经济体提供的流动性总量没有不利影响。建模第二轮效应 - 尤其是价格效应 - 是未来研究的一个重要领域。

关于数字银行运行的主题，我们为CBDC货币系统提出了改善此类事件风险的核心原则。这些原则也支持CBDC的有序引入。这些是CBDC必须遵守的原则：

- (i) CBDC应支付可调整的利率。
- (ii) CBDC和准备金是不同的，并且不能相互转换。
- (iii) 银行存款无需担保按需转换CBDC（通过商业银行或中央银行保证兑换的义务）。
- (iv) 中央银行仅针对合格债券（主要是政府债券）发行CBDC。

在部分准备金银行业务下，银行业务永远不可能完全排除 - 可以实现的最佳做法是尽量减少发生的可能性。我们认为，CBDC系统将有助于这样做，基于上述核心原则以及通过使用CBDC更有效地解决体制的能力。但剩余风险依然存在。根据CBDC数量规则，风险在于CBDC所需的利率可能下降到远低于零，这将是政治上可接受的，即使是暂时的现象。根据CBDC价格规则，风险在于许多发达经济体甚至在目前高水平的政府债务和其他潜在符合条件的债务债券的情况下，市场可能会耗尽符合条件的资产转换为CBDC。实施核心原则也是不平凡的。特别是，需要设计一个有效的机制，以便CBDC的利率或数量能够根据这种形式的中央银行货币需求的变化进行有效调整

正如开头所述，本文旨在作为CBDC领域研究的有用背景材料。英国央行已经发布了一系列关于CBDC的详细研究问题，包括CBDC的经济，金融稳定性和技术方面。^①从本文得出的见解，我们认为有用的进一步研究首先可以考察偏离我们的暗示假定银行存款和CBDC用于流动性目的具有完全可替代性。具体来说，银行存款和CBDC之间的可替代性是什么，换句话说，这两种流动性需求的利息 - 半弹性是什么？根据对这个问题的回答，人们可以研究以下问题：商业银行如何才能对CBDC的引入做出竞争性回应？考虑到不同的资金选择和监管要求的成本，他们将如何选择调整资金的组成和数量？这对整体银行融资成本，信贷供应和流动性供应会产生什么影响？CBDC可能存在于哪些用于货币政策和/或金融稳定的新工具，它们如何被使用？CBDC如何影响中央银行的资产负债表风险？如何设计系统中的激励措施以确保参与和稳定？而且，正如上面所讨论的那样，根据这种形式的中央银行货币需求的变化，可以使用哪些机制来促进CBDC的利率或数量的有效调整？

^① 英国央行已经制定了详细的CBDC研究问题。可在

<http://www.bankofengland.co.uk/research/Documents/onebank/cbdc.pdf>. 查询

附录：CBDC交易所

以最简单的形式，CBDC交易所执行以下三种类型的交易：

1. 它向家庭和企业出售/购买CBDC以换取银行存款。
2. 它向/从其他私营部门交易对手出售/购买银行存款以换取中央银行符合资格的抵押品（为简单起见，我们假设为后备金）。
3. 它向中央银行出售/购买后备金以换取CBDC。

CBDC交易所可能会收取费用或传播这项服务。它至少拥有一家商业银行账户，以持有商业银行存款。CBDC交易所的作用及其与其他经纪人在经济中的互动关系如图9所示。

设置和操作：

CBDC Exchange的设置和操作可以分为5个阶段：

阶段1，募集资金以经营CBDC交易所。启动资金需要资金浮动，以便交易所拥有足够的CBDC和银行存款以满足家庭和企业的需求。浮动的规模和组成取决于：家庭和企业要求的CBDC到存款交易的预期规模 and 方向；CBDC交易所打算将其浮动平衡重新平衡到其目标水平的频率（更频繁的重新平衡和/或要求的流动方向越平衡，所需浮动量越小）；以及CBDC交易所运行市场的深度和流动性（市场流动性越强，越容易满足需求，而不必依靠持有大量资产负债表）。

阶段2，资本最初以银行存款的形式认购。然而，由于CBDC入门阶段的净流量具有片面性，因此初始需要完全处于CBDC中，而在稳定状态下，浮动库存将包含CBDC和银行存款。CBDC交易所通过在市场上购买后备资金，将其银行存款的流动资金转入CBDC，然后将这些后备票据出售给CBDC的中央银行。

阶段3，CBDC交易所将CBDC（或银行存款）出售给家庭和企业以获得银行存款（或CBDC）。CBDC交易所可能会收取费用或传播给家庭和企业。

阶段4，一旦浮标的组成偏离其期望组成，CBDC交换将重新平衡浮标。它通过向中央银行购买/出售CBDC作为后备机构，以及为银行和非银行金融机构银行存款购买/出售后备金或CBDC。①

阶段5，重复阶段3和4

①CBDC交易所也可以与中央银行进行回购，以借出/借入CBDC的借/借贷款，而不是向中央银行购买/出售后备金。我们认为各种资产负债表效应是相同的。

费用和价差

为了激励CBDC交易所设立和提供持续服务，它需要某种形式的补偿。例如，这可能是以从价或固定费用的形式出现的，也可能是每次交易向家庭和企业收取的差价。或者，银行可以选择以类似于目前补贴现金分配成本的方式，将CBDC交易成本作为服务补贴给其客户。

资产负债表对设置CBDC交易所的影响

CBDC交易所成立时，对商业银行资产负债表的影响将局限于CBDC交易部分的规模。CBDC交易所的浮动幅度可能小于其促进的汇率流量的幅度，因此浮动对商业银行部门资产负债表的影响可能很小。尽管如此，我们在下面列出了这些影响的完整性。

阶段1—启动资金。如果CBDC交易所启动资金的来源是通过银行存款，非银行金融机构或家庭和企业等形式支付的订阅金额，那么除了银行存款从非银行金融机构和家庭的所有权转移之外，银行的资产负债表不会产生影响和公司到CBDC交易所。如果启动资金的来源是银行部门的认购，银行的资产负债表就会扩大，因为存款是在负债方面创造的，而资产是在资产方面创造的。

阶段2—浮动。CBDC交易所可以通过两种不同的方式获得CBDC的浮动资产。首先，如果它从非银行金融机构购买了后备金，那么除了存款持有者的变更之外，从CBDC交易所到非银行金融机构将不会对银行资产负债表产生即时影响。其次，如果它从银行购买后备金，那么银行部门的存款将被销毁，银行部门的资产负债表也将合约。

操作CBDC交易所的资产负债表影响

由于CBDC交易所定期进行再平衡以使其恢复到目标分配水平，因此CBDC交易所的运营可能不会对银行的资产负债表产生持续的重大影响，因为它仅仅促进资产交换，而不是自己建立头寸。然而，浮动的目标组成的变化将影响银行业资产负债表，因为它会影响CBDC交易所持有的存款金额。但考虑到浮动的小尺寸，即使这种影响也可能忽略不计。它在下面列出。

阶段3，当CBDC交易所将CBDC兑换成银行存款时，除CBDC交易所成为存款持有人而非家庭或公司外，银行资产负债表上没有任何影响。

阶段4，当CBDC Exchange将其浮动重新平衡回目标时，效果与上述第2阶段相同。

图1：CBDC的利率和便利收益率

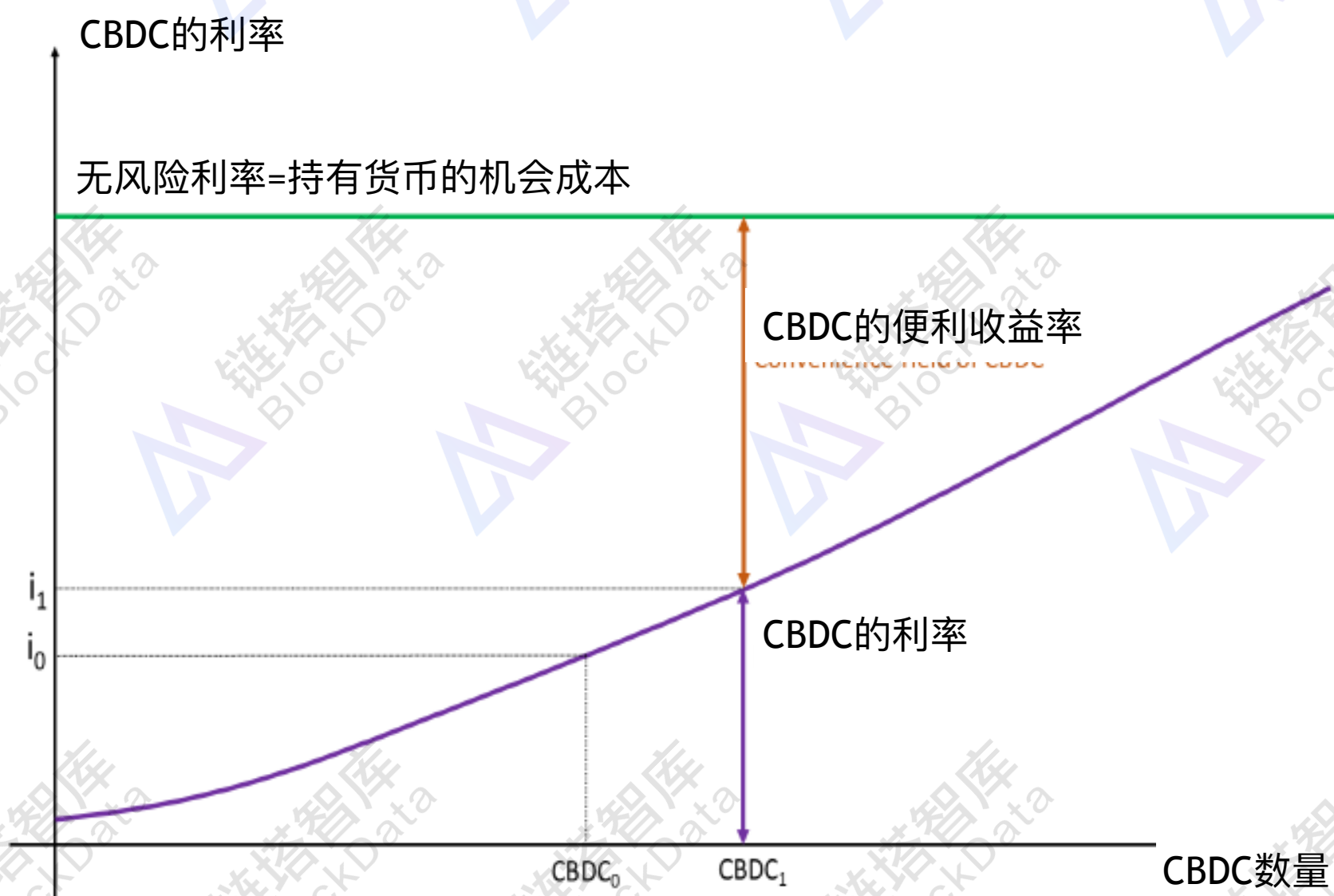


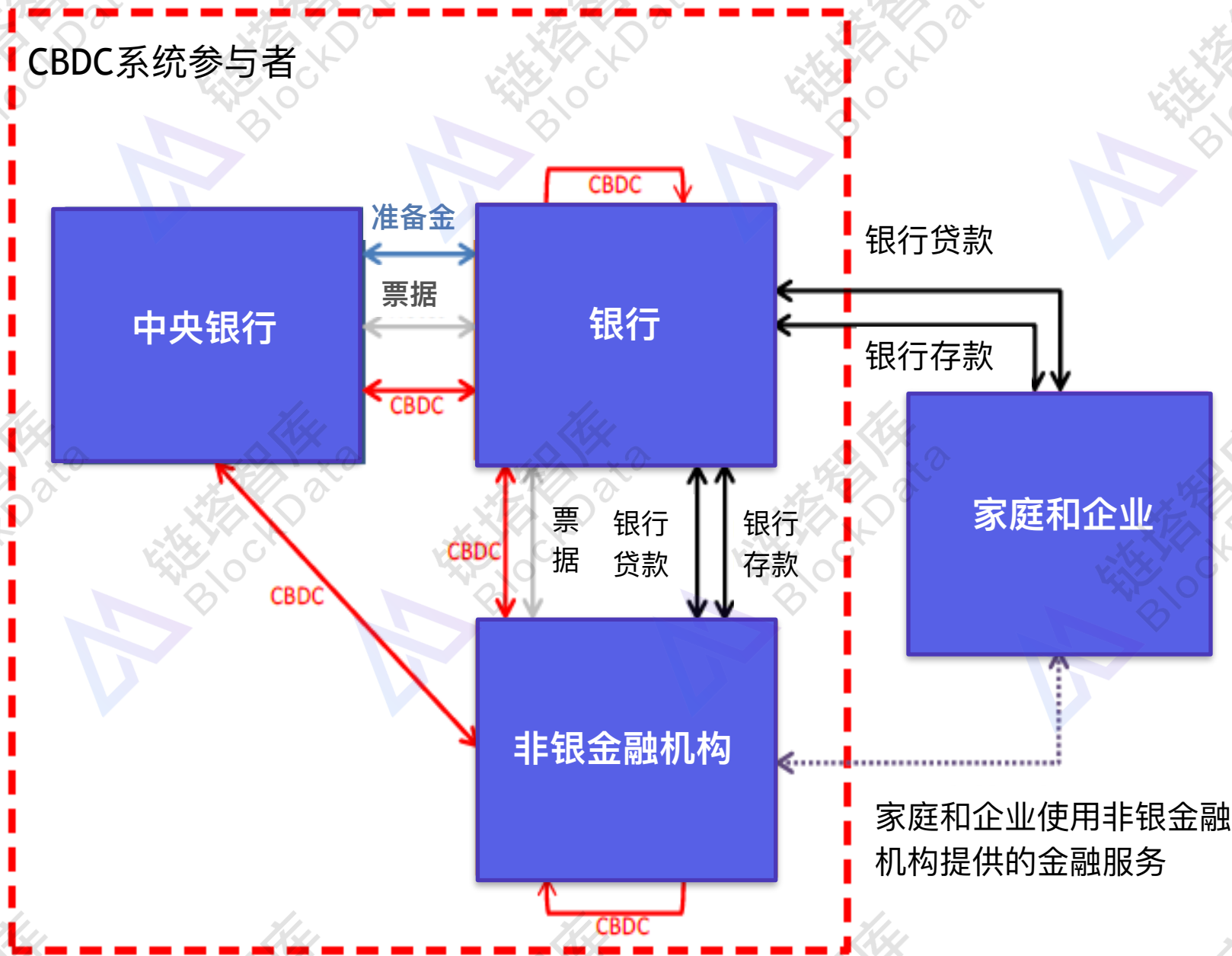
图2：接入CBDC模型



链塔智库研究绘制

www.blockdata.club

图3：FI模型流程图



链塔智库研究绘制

www.blockdata.club

图4：FI模型——非银金融机构从存款切换到CBDC

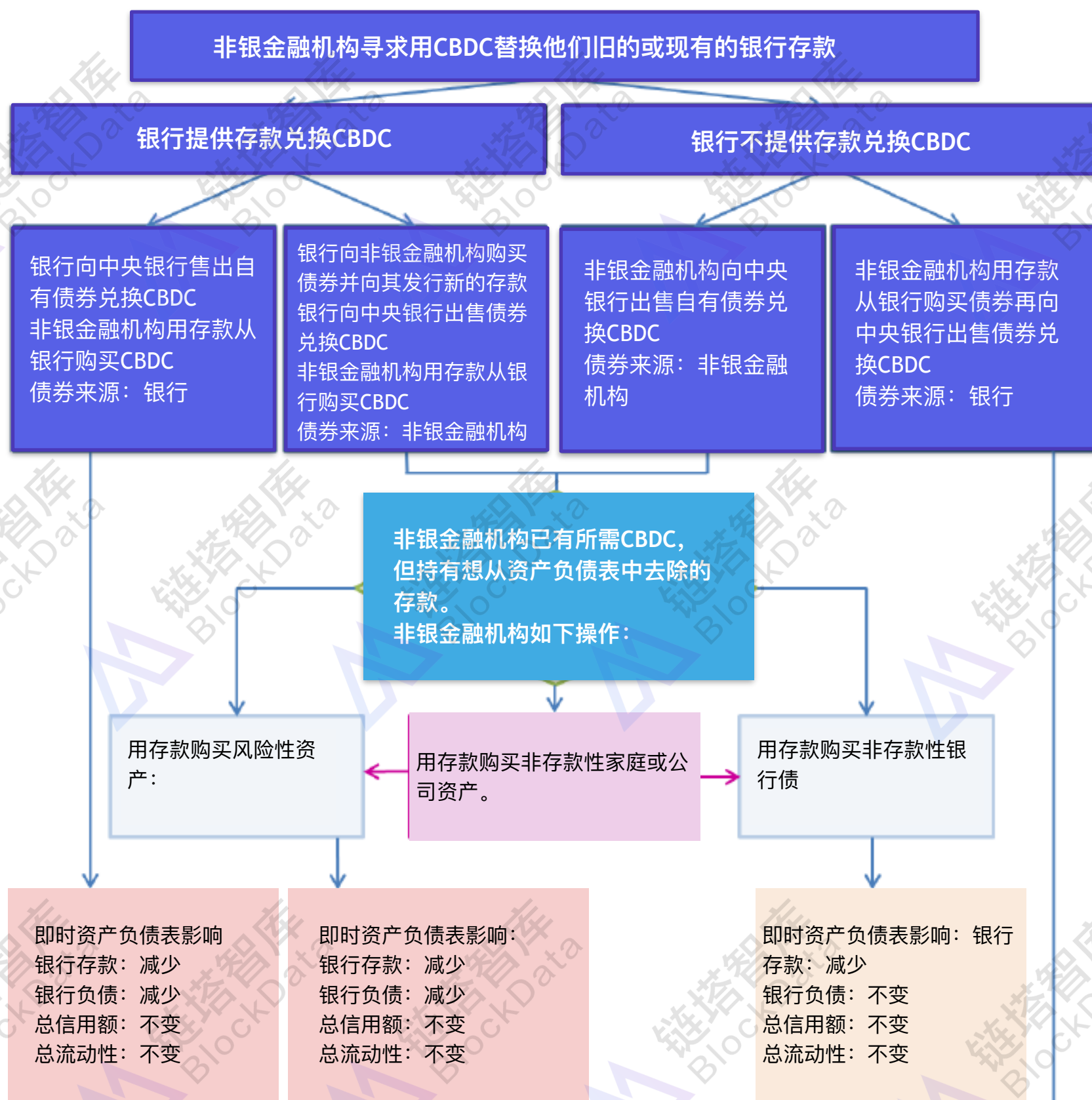
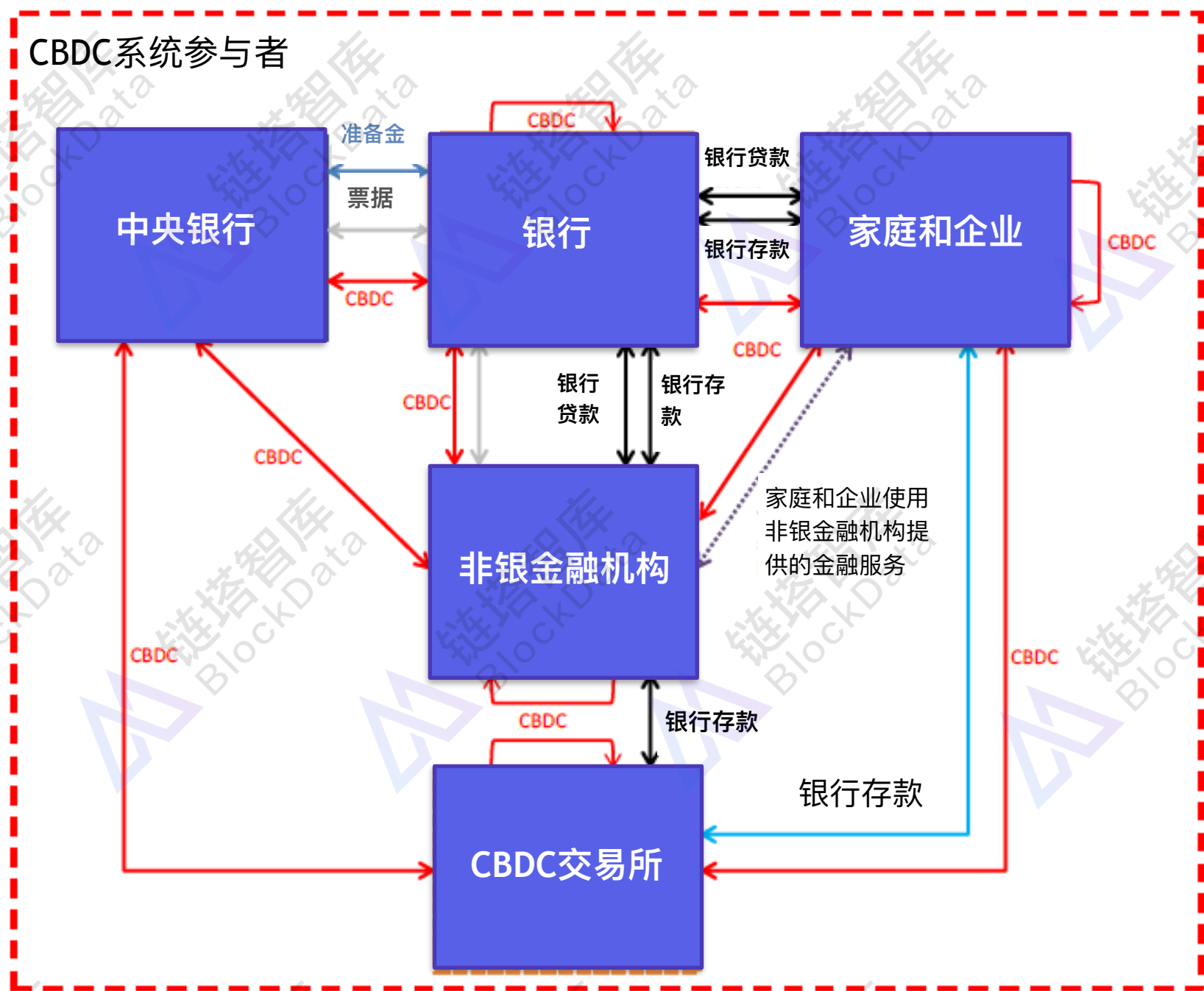


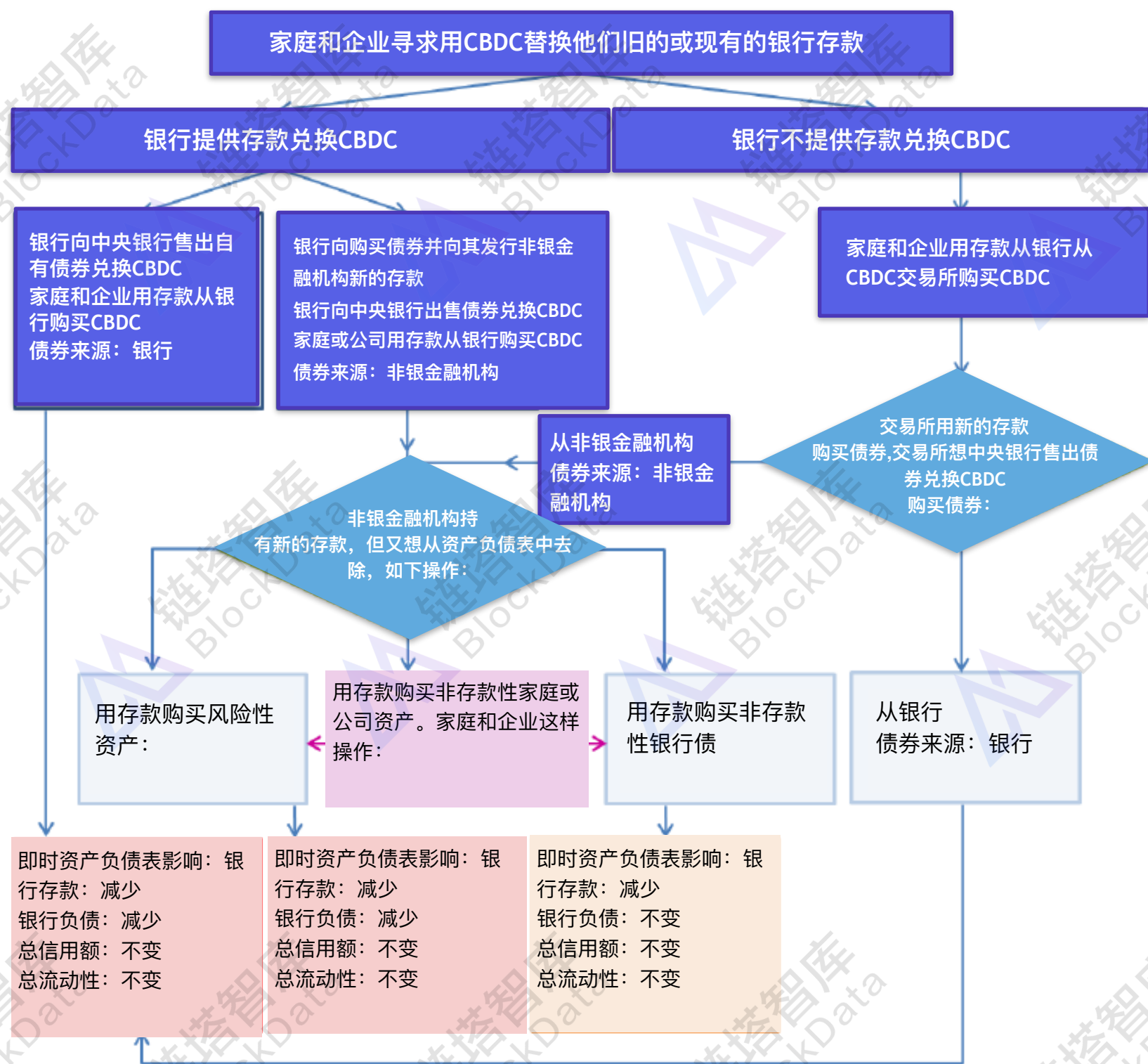
图5：EW模型流程图



链塔智库研究绘制

www.blockdata.club

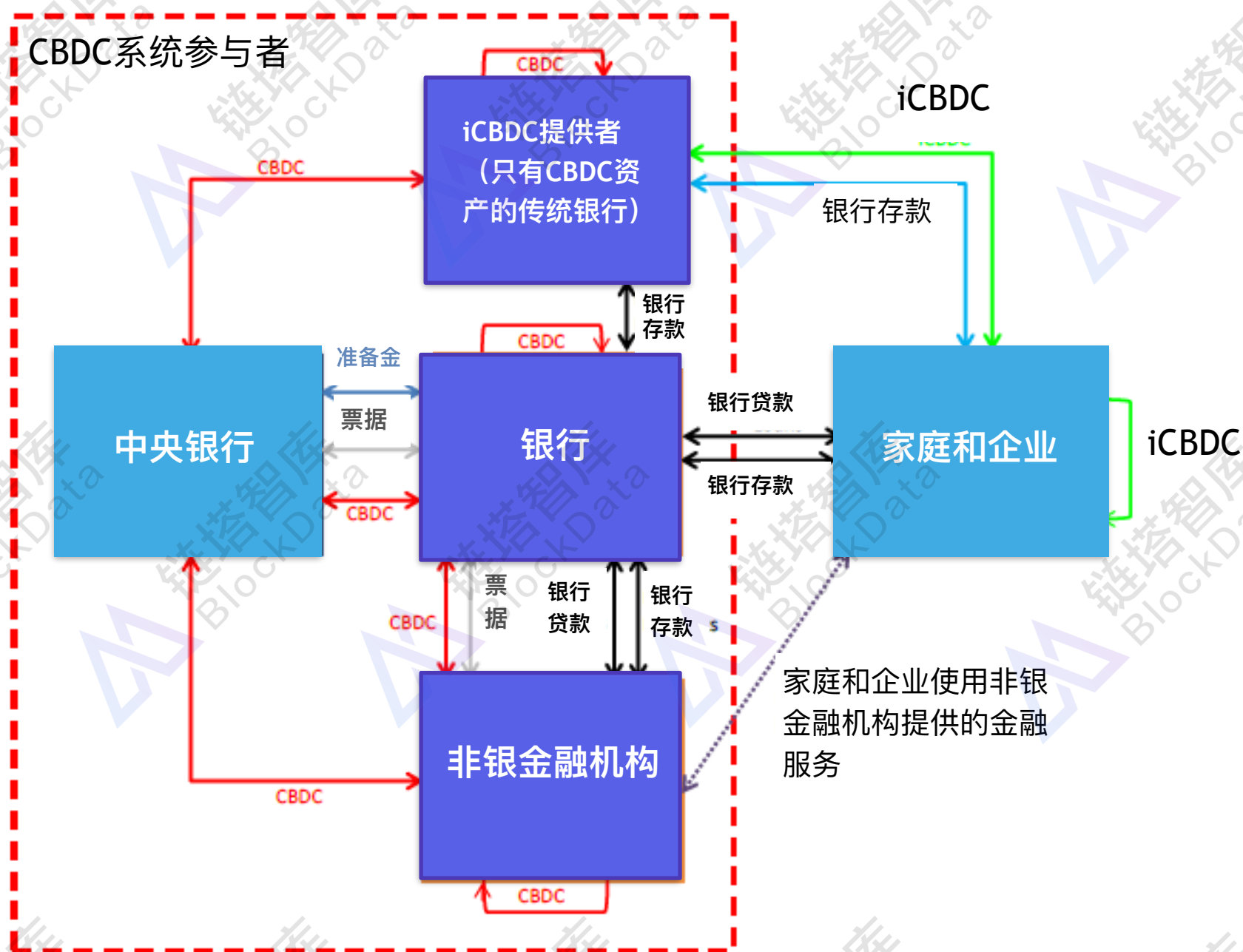
图6：EW模型——家庭和企业从存款切换到CBDC



链塔智库研究绘制

www.blockdata.club

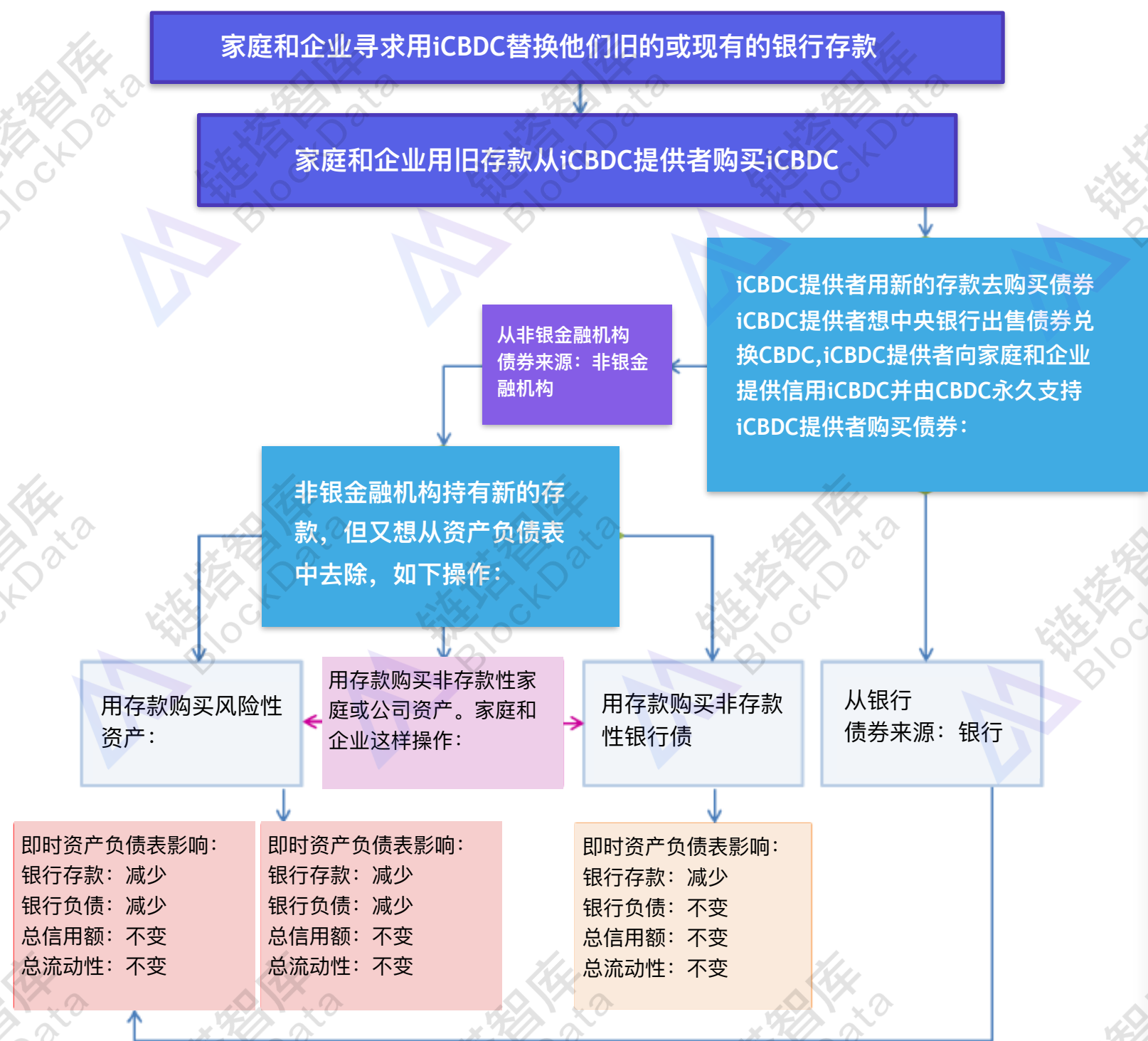
图7：FI+模型流程图



链塔智库研究绘制

www.blockdata.club

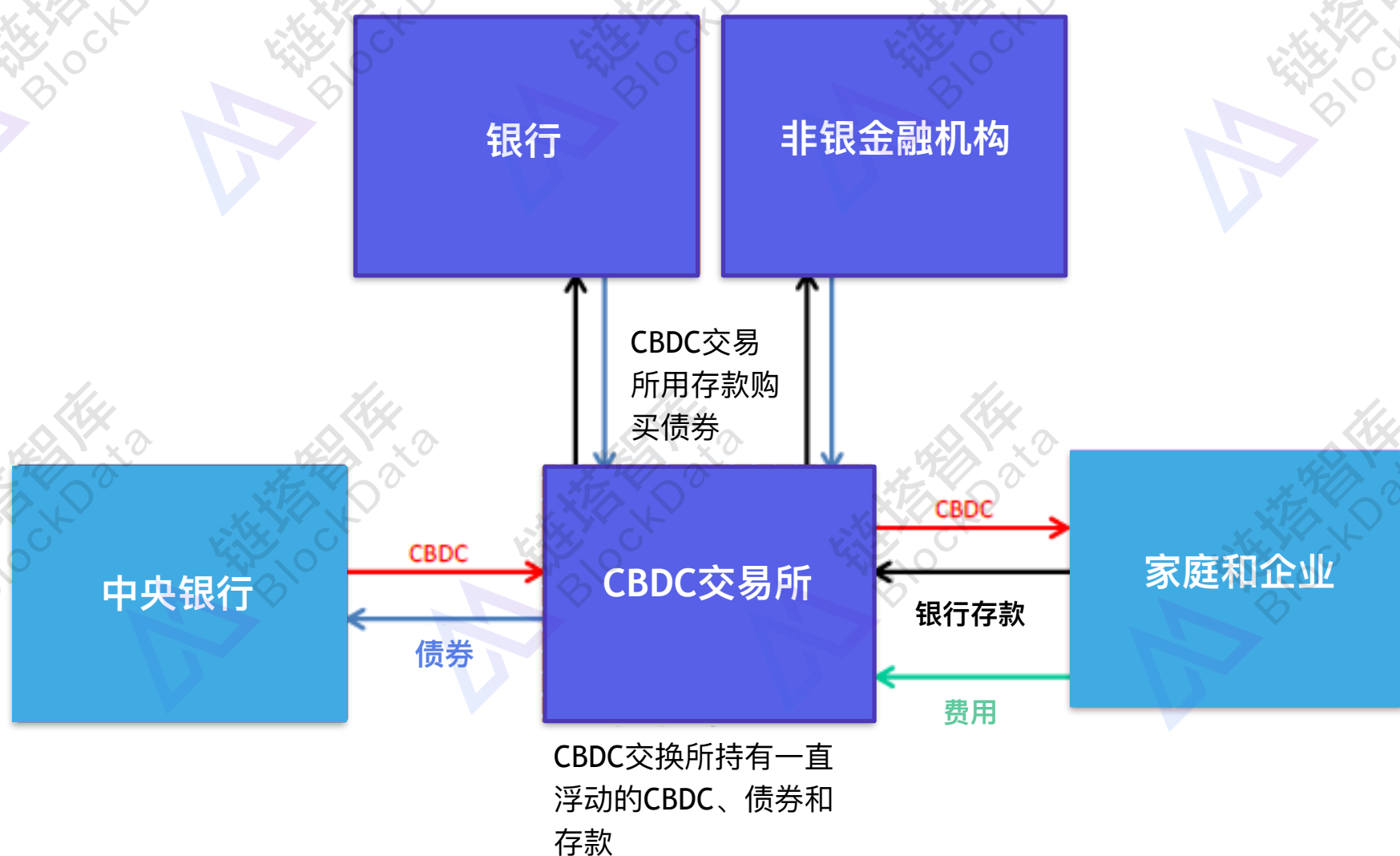
图8： FI+模型——家庭和企业从存款切换到iCBDC



链塔智库研究绘制

www.blockdata.club

图9：CBDC交易所运作图



链塔智库研究绘制

www.blockdata.club

法律声明

知识产权声明

本报告为链塔智库BlockData制作，报告中所有数据、表格、图片均受有关商标和著作权法律保护，部分数据采集自公开信息，知识产权为原作者所有。我们相信数据的价值，我们同样相信分享也能创造价值，我们欢迎各组织和个人采用我们的报告和数据，在此之前告知我们即可。

免责条款

本报告中所载所有内容为链塔智库分析师通过访谈、市场调查、信息调研整理及其他方式方法获得，并结合链塔智库独有的数据和分析资源，建立相关预测模型估算而得，为区块链行业从业者提供基本参考，受研究方法和数据获取渠道所限，本报告只提供受众作为各类市场活动参考资料，不构成任何投资或交易买卖建议。如果访问者依据本报告信息进行投资或进行交易买卖而遭受损失，本公司对此不承担责任。

链塔智库合作伙伴

链

我们深刻认识到区块链数据的价值，专注用深度数据赋能区块链产业。

塔

我们关注每一个细分领域的头部项目，Top X只是我们展现的手段。

智

我们只与业内顶尖的合作伙伴、区块链专家、行业分析师为伴，提供专业的数据服务。

库

我们拥有全球最全的区块链项目库，时刻扫描和追踪全球区块链动态。

我们是链塔智库 推崇专注专心专业，坚持公开公正公平，“天赐时代 睿见未来”，预见更多可能。

全球首家区块链 数据服务提供商



扫码关注
公众号



扫码进入
小程序



网址: www.blockdata.club



微信订阅号ID: liantazhiku

链塔智库合作伙伴

独家大数据支持平台: **TalkingData**

联合发布媒体（排名不分前后）:



媒体深度合作伙伴（排名不分前后）:





链塔智库
— Block Data —

全球区块链数据服务提供商

1000+项目入库 / 800+机构入驻 / 100+专家学者观点



扫码关注公众号
ID: liantazhiku



扫码进入
小程序

『链塔智库BlockData』，全景式扫描和追踪全球区块链公司/项目，提供深度数据服务，专注于区块链行业研究、分析、项目评级。全球最全的区块链项目库1000+（数据每周都在更新）。