

中央银行数字货币的机遇，挑战和设计

原作者：英国央行
翻译：北航向伟静

前言

为了实现维持货币和金融稳定的目标，英国央行向家庭，企业和金融系统提供了最安全，最受信任的货币形式。但是，纸币的使用量的下降，私人发行货币的使用以及其他付款方式使用的增加，使得世界各地的中央银行加速探索中央银行数字货币（Central Bank Digital Currency, CBDC）的概念。

CBDC 既是向公众提供的货币形式，又是可支付基础设施方面的创新。目前，公众只能持有央行发行的钞票形式的货币。只有商业银行和某些金融机构才能以英国央行的实时总结算系统（Real-Time Gross Settlement, RTGS）服务中的“储备金”形式持有电子中央银行货币。与钞票不同，CBDC 将是电子的；与储备不同，CBDC 将可用于家庭和企业。因此，CBDC 将允许家庭和企业使用电子形式的央行货币直接付款和存储资产。

如果要在英国引入 CBDC，它将以英镑计价，因此 10 英镑的 CBDC 将和 10 英镑的钞票同等价值。但英国央行尚未决定是否引入 CBDC，并打算广泛地考虑这样做的好处，风险和实用性。

CBDC 为英国央行实现其维持货币和金融稳定的目标提供了许多机会。它可以支持更灵活的付款方式，还可能使家庭和企业进行快速、高效和可靠的付款，并受益于创新、竞争和包容性的付款系统。

CBDC 将提供比新形式的私人发行的类似于金钱的工具（例如稳定币）更安全的付款服务。确保公众继续获得英国央行发行的无风险形式的货币将尤为重要，这有助于解决实物现金使用量减少的某些后果。最后，国内的 CBDC 可能会在将来促进更好的跨境支付。

CBDC 还将引入政策挑战和风险，需要仔细考虑和管理。如果大量的存款余额从商业银行转移到 CBDC，则可能会对商业银行和英国央行的资产负债表、银行向更广泛经济领域提供的信贷总量、以及央行如何实施货币政策和支持金融稳定产生影响。尽管如此，CBDC 的设计方式可以帮助减轻这些风险。

本文概述了 CBDC 的说明性“平台”模型，旨在使家庭和企业能够进行付款和存储资产。其目的是阐明关键问题，作为进一步讨论和探索 CBDC 可能为支付带来的机遇和挑战、世行货币和金融稳定的目标以及更广泛的经济领域的基础。在“平台”模式中，英国央行将提供一个快速、高度安全和有弹性的技术基础设施，它 RTGS 服务放在一起，并为 CBDC 支付提供最低保障的功能。这可作为私营部门支付接口提供商连接的平台，以便提供面向客户的 CBDC 支付服务。支付接口提供商也可以构建“覆盖服务”，这是一种附加功能，不属于银行核心基础设施的一部分，但可以作为增值服务提供给部分或全部用户。除了提供更高级的功能外，这些服务还可能通过支持可编程货币、智能合约和微支付来满足未来的支付需求。支付接口提供商将根据其可能构成的风险接受适当的监管。

尽管 CBDC 通常与分布式账本技术（Distributed Ledger Technology, DLT）相关联，但并不意味着所有 CBDC 都必须使用 DLT 来构建，也没有内在的原因不能使用更传统的集中技术来构建。然而，DLT 确实包含一些潜在的有用的创新，可将 DLT 的某些单个组件创新应用于 CBDC。例如，分布式的元素可能增强弹性和可用性，而智能合约技术的使用可能使可编程货币的发展成为可能。

本文开始就 CBDC 的适当设计进行讨论，并评估 CBDC 的收益是否大于风险。鉴于 CBDC 对于英国央行的目标和整个经济的广泛影响，任何最终是否引入 CBDC 都将由英国政府、国会和监管机构决定，同时要与社会进行更广泛的接触。

第一章 CBDC 方法

1.1 什么是 CBDC?

目前，公众可以以钞票的形式持有英国央行发行的货币（中央银行货币），但只有英国央行和某些其他金融机构可以持有中央银行电子货币：“储备”（表 1.1）。CBDC 将是中央银行货币的一种电子形式，家庭和企业都可以使用它来进行付款和存储资产。中央银行资金的这种广泛使用可能会创造新的付款方式，同时为英国央行保持货币和金融稳定提供新的方式。

符合使用条件	信贷机构	银行
		建筑社团
		信用社
	系统性 FMI 的	中央对手
		PRA 监管的经纪商
	付款提供商	PSPs
EMLs		
目前不符合使用条件	非银行金融机构	养老金
		保险
		交易员
		财富管理
	非金融公司	大型企业
		小型企业
	住户	个人

表 1.1 程式化的央行电子货币连续存取

较早的研究表明 CBDC 在金融市场中提供更好的结算和付款方式，即“批发 CBDC”（wholesale CBDC）。但是，本文仅关注旨在满足以下要求的“零售 CBDC”（retail CBDC）：

满足金融部门以外的家庭和企业的付款需求。零售 CBDC 将是一种新的货

币形式，它将与现金和银行存款同时存在。CBDC 有时被认为等同于数字钞票，尽管在实践中它可能具有其他功能，这取决于其最终设计。

CBDC 将需要创建基础设施，以便可以用来进行付款。该基础设施包括从记录 CBDC 的数据库到用于发起付款的应用程序和销售点设备的所有内容。CBDC 将为用户提供另一种付款方式，随着时间的推移增加新功能，更快，更高效。

尽管 CBDC 包含“数字货币”一词，但 CBDC 与诸如比特币之类的“加密货币”（或“加密资产”）不同。许多加密资产是私人发行的，没有任何中央政府的支持。它们不被视为货币，因为它们不能执行货币的基本功能：波动性太大，无法可靠地存储价值；它们不被广泛接受为交换媒介；它们不能作为计价单位。而根据支持“硬资产”的性质及其持有方式，稳定币可能无法提供价值的稳定性，并可能带来其他风险。相比之下，英国的 CBDC 将是由中央银行发行的新型无风险的数字英镑，可履行货币的所有基本职能。

1.2 CBDC 的方法

本文使用以下方法围绕 CBDC 构建思维和设计原则。

步骤 1：了解 CBDC 的机遇和挑战：需要对引入 CBDC 可能带来的机遇以及应对的挑战有清晰的认识。

步骤 2：制定 CBDC 的设计需要达到的总体目标：该总体目标应遵循英国央行的目标和任务，并考虑其他公共政策目标，并为 CBDC 的设计原则提供依据。基于英国央行维持货币和金融稳定的目标，任何 CBDC 都必须满足可靠，有弹性，快速高效，开放创新和竞争的设计原则。

步骤 3：设计 CBDC。任何 CBDC 都有两个主要元素：（1）CBDC 本身（即获得新形式的央行货币）和（2）允许 CBDC 转移并用于支付的 CBDC 基础设施。设计要考虑三个主要方面：

- 1) **服务单位：**这涉及选择谁来提供 CBDC。提供 CBDC 所涉及的职责和功能可以在政府部门（例如英国央行和其他主管部门）和私人机构（例如

金融机构，支付提供商，金融科技公司）之间以不同的方式分配。有关提供资金的决定将对 CBDC 作为一个整体是否具有弹性、是否对竞争开放、是否具有可互操作性以及是否围绕私营和公共部门的比较优势进行设计产生重大影响。

2) **功能设计**：这是为了确保 CBDC 的支付功能为用户带来明显的利益和效用。它涉及使用 CBDC 可以进行的付款类型，用户如何与 CBDC 进行交互以及如果将来付款需求发生变化是否可以扩展 CBDC 的功能。此处做出的决定将对 CBDC 是否易于使用且可广泛访问以及系统的隐私级别产生特殊影响。

3) **经济设计**：这涉及以下方面，例如：

使用权：谁可以持有 CBDC？；

报酬：CBDC 是否应承担利息？；

限制：应限制可以持有的 CBDC 的数量；

可兑换性：CBDC 应该是否可以自由兑换成其他形式的央行货币和银行存款？。

这些选择对 CBDC 如何支持英国央行实现其维持货币和金融稳定使命的能力、以及对其他形式的支付和支付系统均产生了极大的影响。

步骤 4: **科技**：对于一个特定的 CBDC 模型，评估哪种科技最能满足设计原理和功能要求，还必须考虑不同设计原则之间涉及的技术折衷。

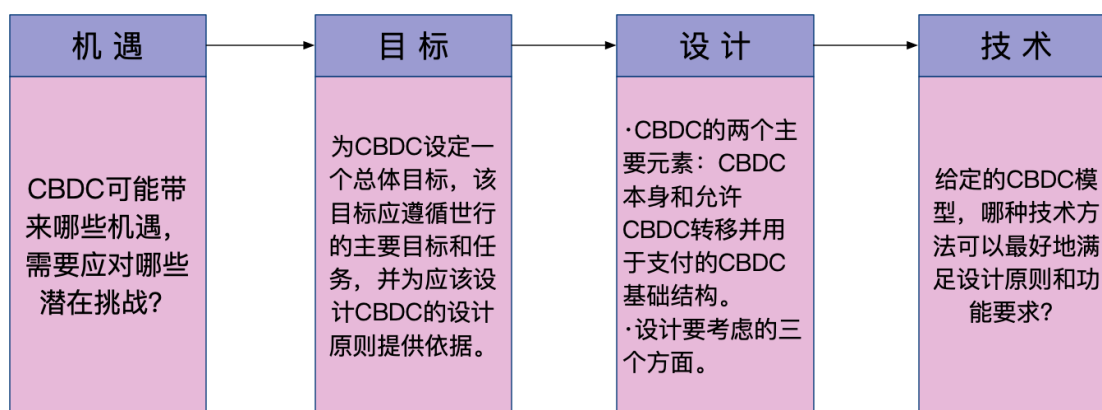


图 1.2 CBDC 设计方法

1.3 CBDC 和更广泛的支付环境

CBDC 将为家庭和企业提供一种新的货币形式和付款方式，这可以与其他形式的货币和支付系统（例如实物现金和银行存款）同时存在。因此，首要考虑 CBDC 在当今和将来如何适应更广泛的支付环境，以及它是否可以提供其他支付系统或服务可能无法提供的额外利益。

当前，英国和国际上有许多改善支付的举措，其中许多是由英国央行领导或监督的。重要举措包括英国央行自己的计划，以更新其 RTGS 服务。这项计划将通过提高弹性和访问性，提供更广泛的互操作性，改善用户功能以及增强英国高价值支付系统的端到端风险管理，提供适合未来的世界领先服务。作为该计划的一部分，英国央行最近将结算帐户的使用范围扩大到非银行支付服务提供商，并且目前正在考虑是否使这些公司能够在夜间在英国央行存款。该银行还是联合政府现金战略小组的一部分，该小组致力于确保现金持续可用，并为英国财政部的审查对支付领域创新带来的挑战和机遇做出了贡献。最后，Pay.UK 计划开发的针对英国零售支付的“新支付体系结构”，旨在进一步提高英国支付的弹性和速度。

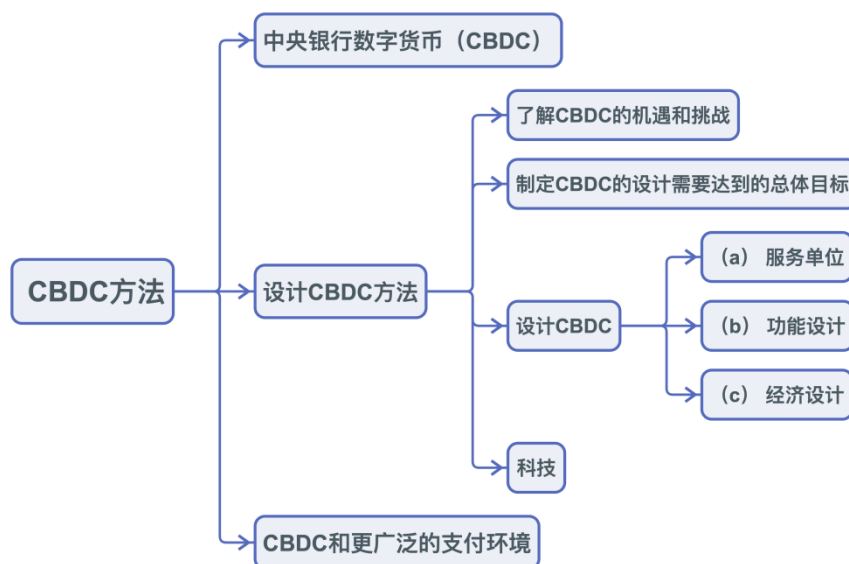


图 1.3 第一部分内容结构

第二章 CBDC 支持英国央行目标的机遇

2.1 概述

英国央行的目标是维持货币和金融稳定。CBDC 既是向公众提供的货币形式，又是可以进行支付的支付基础设施方面的创新，因此对于货币和金融稳定都可能具有广泛的机遇和影响。因此，英国央行需要考虑到为实现目标的方式所带来的机遇和挑战。

本章考虑了通过提供新的货币形式和支付基础设施，英国央行可以通过七种方式支持银行维持货币和金融稳定的目标：

- 支持弹性的支付环境。
- 避免新形式私人金钱创造的风险。
- 支持竞争，效率和支付创新。
- 满足数字经济中未来的付款需求。
- 改善中央银行资金的可用性和可用性。
- 解决现金减少的后果。
- 作为实现更好的跨境支付的推动力。

2.2 英国央行目前如何实现其目标

英国央行发行最安全，最受信任的货币形式有：

- 商业银行和特定金融机构将他们在中央银行的资金放在央行的 RTGS 系统帐户上。这些余额称为“储备金”或“结算”余额。储备金用于实施货币政策，并在金融机构之间实时转移资金，以实现最终和无风险的结算。
- 英国央行向家庭和企业提供纸币，用作无信用风险的付款和价值存储方式对于家庭和企业来说，钞票可以将存款转换为中央银行的货币，从而支持金融稳定。

可利用储备金实施货币政策，支持货币稳定。改变储备金支付的利率，以影响银行提供和收取的利率，这会影晌经济中的支出和通货膨胀，且有助于使货币价值在可以购买的商品和服务的数量上大致保持稳定。储备金还有助于在繁荣时期和

不利时期为金融体系提供最高质量的流动性，从而实现金融稳定目标。这种流动性有助于企业及时结清付款，并防止意外的流动性需求。

在向银行和特定的金融机构提供电子货币以及向公众提供钞票的过程中，英国央行支持经济中的所有类型的支付。这可以确保我们拥有稳定和有弹性的支付系统，并支持英国央行货币和金融稳定的主要目标。

但是，如今家庭和企业所支付的大部分不是现金或储备金，而是通过零售银行间同业支付系统和信用卡网络转移银行存款。支付系统的中断可能会对金融稳定构成风险，因此，银行有责任确保系统重要的支付系统稳定，具有弹性，故而支付和结算服务是整个金融体系在我们经济中所发挥的重要作用之一。此外，英国央行还负责保护和增强包括英国央行在内的金融体系的稳定性。这确保了存款相对于央行货币的货币稳定性。

2.3 不断变化的付款方式

300 多年来，钞票一直是家庭和非银行企业直接使用中央银行货币进行付款的唯一方式。但是，尽管经济中的纸币总价值保持在历史最高水平，但人们用现金支付的金额却越来越少。尽管在 2008 年有 60% 的付款使用钞票，但到 2018 年已降至 28%，预计到 2028 年将下降到仅 9%。

现金作为支付手段的使用有所减少，这意味着英国现在的大部分支付是通过零售支付系统（如快速支付，Bacs，支票成像以及信用卡或借记卡）转移银行存款来进行的。以前以现金支付的大多数现在都可以通过卡（借记卡和信用卡）进行支付；2018 年，几乎所有付款中的一半都是使用信用卡和借记卡支付的。

还出现了新的货币形式和支付形式，例如稳定币（其价值与另一资产相关的加密资产）。现有的支付系统转移的是由其他实体（中央银行或商业银行）创造的价值，而稳定币只是提供后面支持的银行法币或是商业银行存款（而不是创造价值），但是可以在平台上转账。如下所述，这种类似于货币的工具的产生带来的潜在风险已超出现有支付系统相关的风险。

货币和付款方式的变化对英国央行至关重要。钞票和中央银行储备货币对我们今天实现货币和金融稳定的能力至关重要。因此，随着人们对货币的使用和支付方式的发展，以及各种形式的私人发行的货币越来越占支配地位，英国央行（以及其他中央银行）考虑是否应该发行一种新形式的中央银行货币是合适的对家庭和企业。CBDC 作为公开发行的中央银行货币的一种新形式，可以补充私人发行的货币，并可以增强英国央行未来实现其目标的能力。

2.4 CBDC 支持货币和金融稳定的机会

通过提供新的货币形式和支付基础设施，CBDC 可以通过多种方式支持英国央行维持货币和金融稳定的目标。

支持弹性的支付环境

英国的电子支付系统已经具有很高的弹性和安全性。但是，从现金到电子支付的持续转移增加了对电子支付系统的依赖，卡网络的运营弹性变得越来越重要，并且对网络的依赖性越来越高。单一电子支付方式可能会降低支付格局的弹性。

当前，在卡支付网络中断的情况下，现金为电子支付系统提供了有用的应急条件。但是，随着现金使用的减少，将其用作应急支付系统的能力也会下降。

因此，CBDC 可以通过增强支付的弹性并在商业银行系统之外提供一些核心支付服务来增强金融稳定性。通过提供一种新的付款方式，它可以使付款方式的范围多样化。卡网络和 CBDC 网络不太可能同时遭受中断，因此 CBDC 可以替代。CBDC 必须从头开始设计，以尽可能地具有弹性，例如，应用权力下放的某些方面来增强操作弹性，并避免依赖旧系统。CBDC 生态系统的结构也可以设计为避免支付系统中随着时间而发展的某些漏洞，以补充正在进行的工作以增强现有支付系统的弹性。但是，除非开发了某种脱机支付功能，否则 CBDC 仍然容易受到大规模电力和数据网络中断的影响。此外，只有在发生任何故障时人们已经持有 CBDC 并知道如何进行 CBDC 付款的情况下，CBDC 才可以用作有用的应急措施，并且被商户广泛接受。

避免新形式私人货币创造的风险

现有的支付系统可以转移英国央行或商业银行创造的资金。许多公司已经提出的新支付系统，但安全性和隐私性的程度不同。这些拟议的支付系统包括被称为“稳定币”的加密资产，旨在用于目前由零售或批发支付系统处理的交易中。稳定币创建它们可转让的数字代币或“硬币”。稳定币的设计特征千差万别，但大多数都希望通过某种形式的支持来维持稳定的价值。根据支持“硬币”的资产的性质及其持有方式，该稳定资产可能无法提供价值的稳定性，也无法以票面价值兑换成商业或央行货币。稳定币价值的不确定性或大幅波动可能会给与支付系统本身的运营或财务故障相关的金融稳定性带来风险。这些风险包括用户管理其流动性或履行付款义务的能力的风险，或此类波动导致隐私性下降的风险，以及潜在的系统传染风险。稳定币也可能无法彼此互通，也无法与其他支付系统互通，从而造成闭环和效率低下。

因此，出于交易目的而创造的私人货币（或类似货币的工具）带来的潜在风险已经超出了与现有支付系统通常相关的风险。如果稳定币比现有支付系统具有功能性和效率优势，它将被广泛采用。考虑到它们可能带来的风险，CBDC 是否可以设计以便更好地满足这些需求。

满足数字经济中未来的付款需求

下一代支付将需要支持更加数字化的经济，并允许家庭和企业使用的不同服务之间的无缝连接。作为一个新系统，可以在设计 CBDC 时考虑到这一点，以支持更广泛的经济。

例如，CBDC 可以通过使交易根据特定条件，规则或事件发生而促进“可编程货币”。该功能将有许多潜在的应用，包括与物理设备或智能设备的集成。物联网（Internet-of-Things, IoT）应用程序，可以将销售点的税款自动路由到销售点的税务部门，股份自动将股息直接支付给股东，或者电表根据用电量直接向供应商付款。如果 CBDC 允许小额交易以比今天更低的成本发生，它也可以启用小额支付。这可能会增加这些付款的数量和频率，从而导致可以利用此功能的新服务的开发，可以启用新的商业模式，例如为数字媒体付费。

改善中央银行资金的可用性和可用性

目前的家庭和（非金融）企业只能使用钞票形式的中央银行货币。CBDC 还将使他们能够以电子形式持有中央银行的货币，并用其进行付款。这将增加中央银行货币的可利用性和实用性，从而使其可用于比实物现金更广泛的情况。中央银行的货币（无论是现金，中央银行的储备金，还是可能的 CBDC）作为一种无风险的货币形式，为经济中所有英镑支付提供最终结算手段，在支持货币和金融稳定方面发挥着基础性作用。这意味着引入 CBDC 可以通过提供一种新形式的央行货币和新的支付基础设施，来增强英国央行维持货币和金融稳定的方式。这加强货币政策变化对更广泛经济的影响，增强了支付系统的弹性。

中央银行资金供应量的增加也带来了风险。最初引入 CBDC 可能会导致替代家庭和企业目前使用的货币形式（即现金和银行存款）。如果这种替代非常大，则可能会减少商业银行的融资，对银行可以提供的信贷水平产生潜在的有害影响。因此，需要精心设计 CBDC，以管理对货币政策和金融稳定的影响。

解决现金减少的后果

现金具有某些独特的特征。例如，现金为交易提供了一定程度的隐私，而现有的电子支付系统有时无法保证隐私。现金在金融普惠中也起着重要作用。在现金使用不那么广泛的世界中，无法保证目前私营零售支付系统中的部门可以满足所有用户的需求，从而使银行存款不足的社会群体面临风险。

尽管隐私和金融包容性并不直接属于英国央行的职权范围，但它们对于整个社会而言都是重要的问题，英国央行必须予以考虑。例如，CBDC 的设计可以在一定程度上完全遵守所有相关法规，特别是反洗钱要求的前提下，比某些现有的支付系统更大程度地保护用户的隐私。精心设计的 CBDC 可以通过不同的形式与更广泛的人们接触，从而帮助在日益数字化的世界中促进金融包容性。

由于这些不同的特征，CBDC 不能完全替代实物现金。只要现金需求仍然存在，英国央行就致力于满足这一需求。对于那些重视现金的自然本性的人来说，引入 CBDC 不太可能影响其支付行为，因此我们认为 CBDC 可能是现金支付的补充而不是替代。

促进更好的跨境支付

对于许多用户而言，跨境付款既昂贵，缓慢又不透明，发件人可能不知道何时结清付款，收款人也不知道将从收到的信用额中扣除的费用。

解决这些问题的最新建议是创建稳定币。如果设计合理，稳定币可能能够满足更好的跨境支付的明确需求。但是，它们也会带来风险。因此，CBDC 可能会提供一种更安全的方式来提供更好的跨境付款。例如，中央银行可以通过快速、高效的跨境支付方式共同合作，将国内的 CBDC 连接起来。可以围绕一套旨在支持互操作性的通用标准来设计单个的国内 CBDC。这可能会在 CBDC 系统之间实现“原子”交易：其中将一种货币进行的 CBDC 转移与以另一种货币进行的 CBDC 转移相关联，以确保每次转移都在且仅当另一种发生时才发生。

英国央行还与其他中央银行和财政部积极合作，以考虑采取公共和私人行动以改善现有的跨境支付系统。

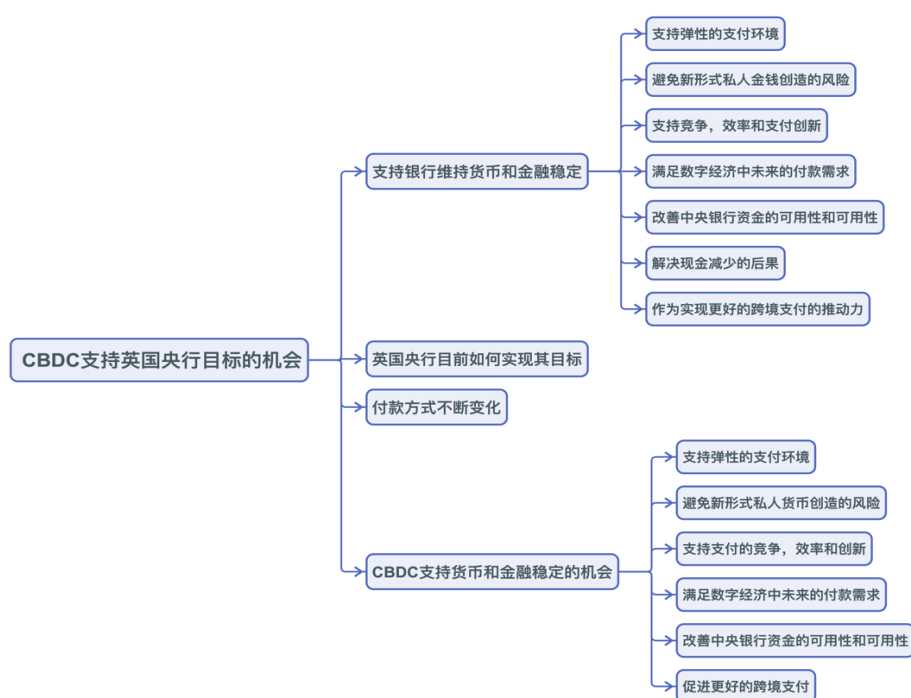


图 2.1 第二章内容结构

第三章 CBDC 目标 and 设计原则

对 CBDC 付款的总体目标是，家庭和企业应能够进行快速，高效和可靠的付款，并依赖于具有弹性、包容性、创新性和竞争性的付款系统。这个总体目标设定了 CBDC 设计原则，进而决定了在经济设计、功能、配置和技术方面的选择。

3.1 CBDC 付款目标

英国央行的货币和金融稳定目标要求任何 CBDC 支付系统都必须可靠，具有弹性和安全性。但是安全的支付系统只有在人们使用它的情况下才有用，这意味着 CBDC 还需要启用快速，高效，用户友好和包容性的服务。反过来，这又要求 CBDC 支付系统要对创新和竞争开放，并以英国央行和私营部门的相对优势为基础。因此，CBDC 付款采取了以下广泛目标：

家庭和企业应该能够进行快速，高效和可靠的支付，并依赖于包容，创新，竞争和弹性的支付系统。

范围内的付款类型

不同的用户需要进行不同类型的付款，因此，即使不是不可能，构建一种以最佳方式满足所有用户需求的单一付款方式也将是一个挑战。例如，在商店中进行小额支付的家庭与大公司向不同国家的公司付款的需求不同，大公司的订单价值数百万英镑。故本文重点放在零售 CBDC 上，其中包括以下方面的付款：本地（在英国境内），零售（由家庭和企业（CBDC 的用户）发起）和一种货币（英镑）。表 3.1 显示了属于此范围的付款类型。英国国内批发支付和所有跨境支付不在本文讨论范围之内。

来	去	针对	当前可用的付款方式
家庭	企业	商店或网上的商品和服务	现金或借记卡/信用卡
家庭	企业	经常性账单	直接付款/常规订单
家庭	家庭	礼物，租金等	现金或快速付款

企业	家庭	员工工资	更快付款或 Bacs
中小企业	中小企业	供应商提供的商品和服务	更快付款/借记卡/信用卡

表 3.1 范围内付款的示例类型

3.2 设计原则

CBDC 总体目标可以分为以下设计原则。对于每种情况，都有一个理想的案例。但是，在现实世界中，不同的原则之间会有取舍，因此不可能为每个原则都达到最佳结果。因此，如果要发行 CBDC，则需要仔细选择要优先考虑的原则以及它们之间的最佳权衡。

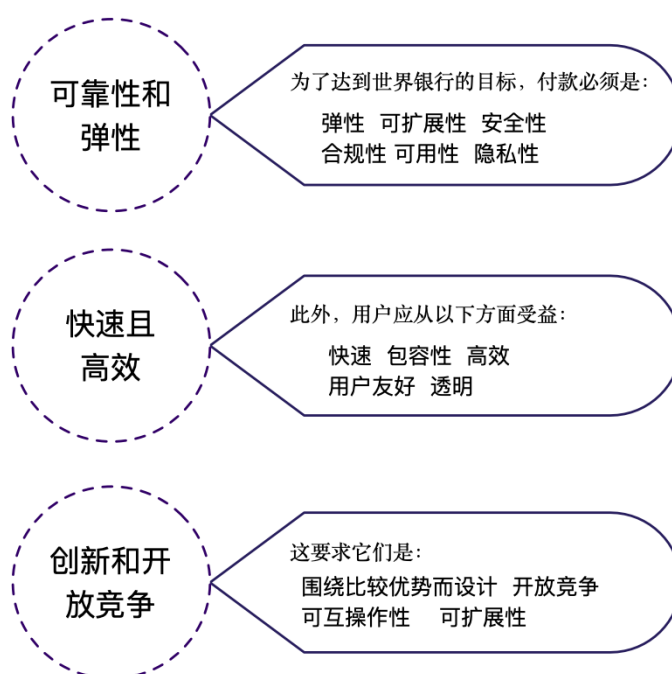


图 3.1 零售支付的设计原则

可靠性和弹性（Reliable and resilient）

英国央行的主要目标要求任何 CBDC 支付系统都必须具有可靠性、弹性。这就要求任何 CBDC 应该是：

- 弹性(Resilient)：任何 CBDC 支付系统都必须能够从操作中断中恢复，例如从硬件或软件故障中恢复。同样要最大程度地降低 CBDC 生态系统中产生的任何信贷和流动性风险。
- 安全性(Secure)：CBDC 应遵循防止欺诈和网络攻击的最高网络安全标

准。对于欺诈性付款的情况，需要制定明确的政策来确定谁负责赔偿。

- 可用性(Available): CBDC 应该提供 24/7 的付款，并且没有计划内的停机时间。
- 可扩展性(Scalable): 如果对 CBDC 付款的需求大幅增加，则支持 CBDC 付款的技术应该能够处理增加的交易量。
- 合规性(Compliant): CBDC 应遵守有关反洗钱、打击资助恐怖主义和制裁的法规。
- 隐私性(Private): CBDC 应该与通用数据保护法规 (General Data Protection Regulation, GDPR) 兼容。

快速高效(Fast and efficient)

此注意事项是关于确保用户从使用 CBDC 中受益。这意味着 CBDC 付款必须为：

- 快速(Fast): 从付款人(发件人)开始付款到接收资金的收款人(收件人)的过程应尽快完成，并确定会完成。
- 用户友好(User friendly): 用户应该能够以最少的步骤数，最低的技术素养水平直观地付款。
- 高效(Efficient): 付款应以最简单的方式进行，以确保 CBDC 的付款成本尽可能低 (需确保系统具有弹性和安全性)。
- 透明(Transparent): 所有用户都应清楚在 CBDC 中付款的费用。
- 包容性(Inclusive): CBDC 支付系统的设计应尽量减少以下因素的使用障碍：技术素养、残疾和硬件的使用 (例如避免依赖最新的智能手机) 或使用移动数据网络 (例如在农村地区)。

创新与竞争

这种考虑是为了确保 CBDC 系统作为一个整体对创新和竞争保持开放性，并随着用户需求的变化而发展。这意味着任何 CBDC 都必须是：

- 围绕比较优势而设计(Designed around comparative advantage): CBDC 的结构应建立在英国央行和私营部门各自的优势和专业知识的基礎上，但前提是不损害其弹性、安全性或带来不公平的商业优势。

- 开放竞争(Open to competition): CBDC 的结构应促进与 CBDC 相关的支

付服务提供商的竞争市场。这需要一个适当的监管结构，以保护消费者，同时最大程度地减少进入壁垒。CBDC 的设计还应确保在提供 CBDC 相关服务时不存在导致赢家获得所有市场动态的结构性因素。

- **可互操作性(Interoperable):** CBDC 的设计应避免创建闭环支付系统，在该系统中，只能在同一支付提供商的用户之间进行支付。取而代之的是，CBDC 付款应具有互操作性，允许不同提供商的用户之间以及 CBDC 用户与存款帐户用户之间进行付款。此外，CBDC 还应设计为与其他国家和地区 CBDC 付款系统进行互操作，以支持将来在 CBDC 中进行跨境付款。CBDC 还应避免将提供商与特定技术或技术提供商捆绑在一起。
- **可扩展性(Extensible):** 私营部门的创新者应该在 CBDC 平台之上构建其他服务，并支持我们目前无法预见的创新用例。CBDC 的设计不应限制将来可以提供的服务范围，并且应认识到功能和基础结构将需要随着时间的推移而发展。

3.3 私营部门参与的好处

在一种可能的 CBDC 模式中，英国央行将独家提供所有与 CBDC 相关的服务。它需要提供记录 CBDC 帐户和交易的整个核心技术。此外，英国央行还需要提供所有面向客户的服务，包括用户界面和销售点集成，以便人们可以在商店和在线使用 CBDC 进行付款。但是，与仅涉及英国央行和私营部门的方法相比，由英国央行专门提供与 CBDC 相关的所有服务的方法不太可能实现总体目标或达到 CBDC 设计原则。该模式下：

- 独家中央银行的储备金将不开放竞争，因为除英国央行以外，任何参与者均无权提供与 CBDC 相关的服务。
- 不支持创新，因为英国央行必须实施任何新特性或功能。这也意味着该模型将不可扩展。
- 没有发挥英国央行的相对优势，因为它涉及为大量零售客户而不是为金融机构提供服务。为公众提供用户友好的服务是英国私营部门的优势，也可以基于这种经验来确保提供包容性服务。

- 需考虑隐私，因为有关用户身份和交易的所有数据都需要由英国央行存储。

该模式可能适用于金融普惠性较低的国家，在这些国家，私营部门无法或不愿提供与 CBDC 有关的支付基础设施或服务。但是，这种模式不适用于像英国这样拥有较高金融普惠性和创新型私人支付部门的国家。

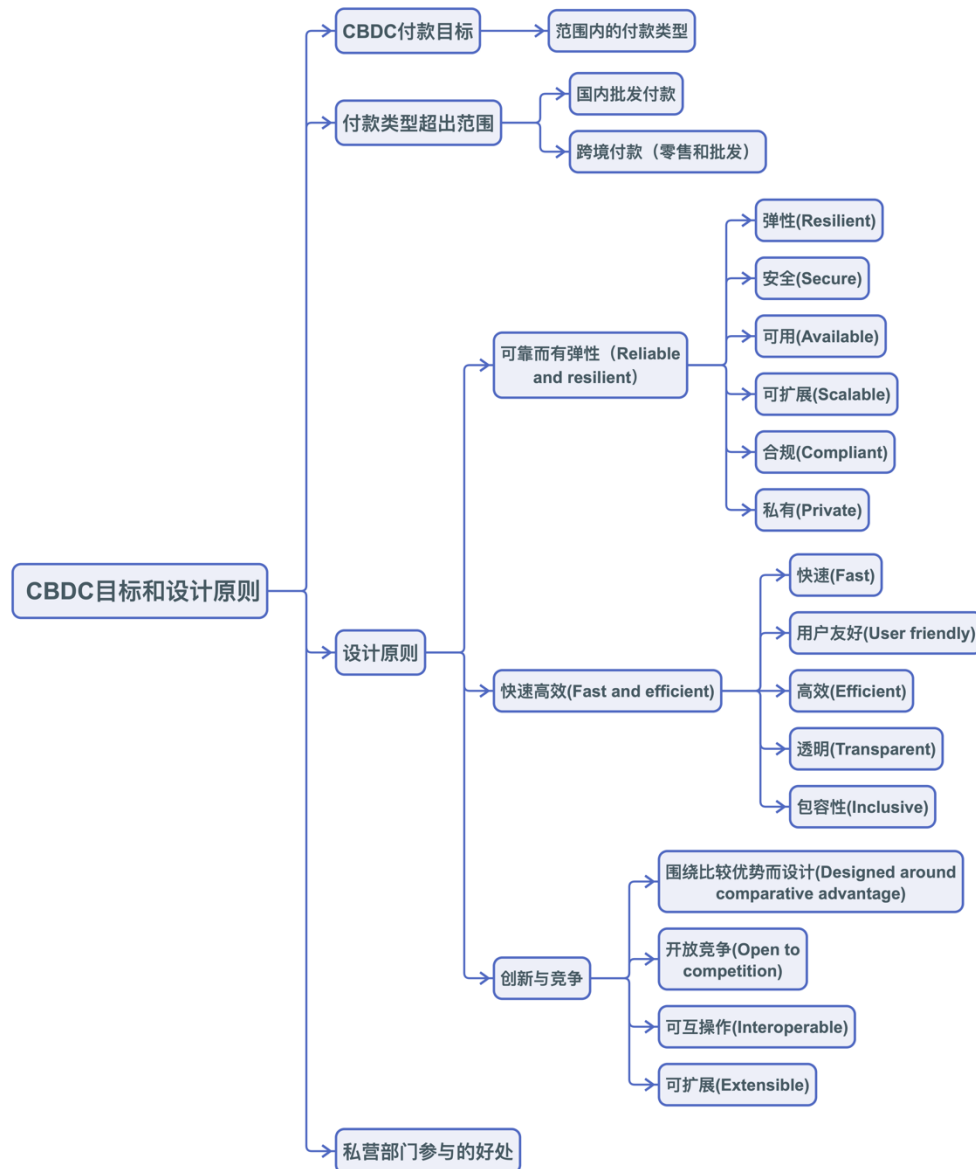


图 3.2 第三章结构图

第四章 CBDC 的平台模型

根据 CBDC 设计原则，本文建立了一个说明性的 CBDC 模型，作为进一步讨论和研究的基础。在这种模型下，CBDC 将充当支付平台，私营部门可以在此平台上进行创新。该平台有两个关键要素：

1. 由英国央行提供的核心账本将记录 CBDC 和流程付款，
2. 私营部门的“付款接口提供者”将处理与 CBDC 最终用户的互动，以及通过叠加服务提供其他付款功能。

支付接口提供者在开始提供与 CBDC 相关的服务之前，需要满足英国央行和相关监管机构设定的标准。此外，应持续对其进行监督，以确保保护消费者和 CBDC 系统的弹性。整个 CBDC 系统将设计要遵守反洗钱和数据保护法规。

4.1 概述

任何 CBDC 都有两个主要元素：（1）CBDC 本身（即获得新形式的央行货币）和（2）允许 CBDC 转移并用于支付的 CBDC 基础设施。本章重点介绍基础架构，并提出了 CBDC 作为公共-私人支付平台的假设模型。概述说明性模型有助于探索引入 CBDC 的实用性，机遇和影响，并可在较高水平上评估 CBDC 的特定设计可能达到 CBDC 目标的程度。

在这种平台模型（图 4.1）中，英国央行将建立一个快速，高度安全和有弹性的技术平台--“核心账本”，它将为 CBDC 付款提供最低必要的功能。这可作为支付接口提供商的私营部门公司用于连接的平台，以便提供面向客户的 CBDC 付款服务。这些公司也可建立“叠加服务” (Overlay services)，这不是英国央行核心账本的一部分，而是可以作为其部分或全部用户的增值服务提供的附加功能。英国央行可以对这些叠加服务以及更广泛的监管规定标准，以确保它们安全，有弹性且可与更广泛的 CBDC 支付系统互操作。

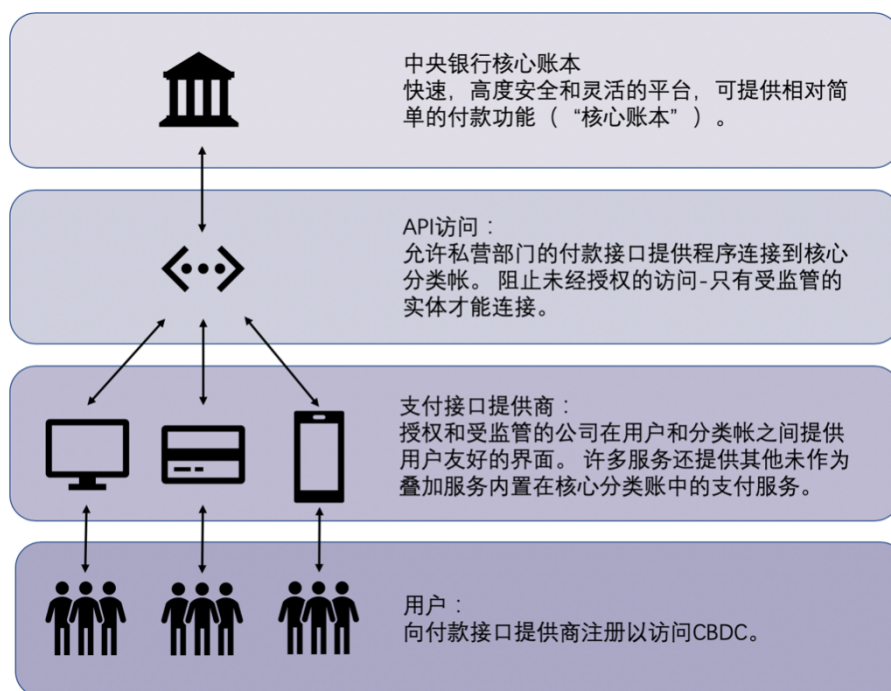


图 4.1 CBDC 平台模型

这种针对技术基础架构的“分层架构”方法正逐渐成为支付中的通用方法，因为它可以帮助促进竞争，创新和可扩展性。澳大利亚的“新付款平台”，加拿大付款的现代化计划也采用了类似的方法，这也是 Pay.UK 在英国的“新付款体系结构计划”中提出的模型。

4.2 关键组件

1. 中央银行核心账本

CBDC 支付系统的中心将是一个核心账本(数据库)，它记录 CBDC 本身的价值，并处理使用 CBDC 进行的支付（交易）。在此说明性模型中，核心账本的功能仅限于启用 CBDC 付款所需的基本功能。例如，它可以提供推式付款，即由付款人（发送者）发起的付款，以及查询最新余额或交易历史的功能。将功能范围限制为基本功能可以使构建简单，快速和灵活的系统变得更加容易，并且可以使 CBDC 支付功能的大多数创新通过覆盖服务在私有部门中实现。

在此模型中，核心账本将附带一个 API（应用程序编程接口），以允许第三方支付接口提供者安全地发送支付指令并要求账本进行更新。为了确保弹性，安全性

和完整性，只有经银行批准的实体（例如付款接口提供商）才能连接到核心账本。

尽管英国央行可以自己操作核心账本，但也有可能分配或分散维护账本和进行交易的各个方面。无论使用哪种技术方法，只有英国央行才能“创建”或“销毁”CBDC。

2. 付款介面提供者

在平台模型中，支付接口提供者将是私人部门的公司，他们将管理与 CBDC 用户的所有交互并提供扩展 CBDC 功能的覆盖服务。实际上，他们可以：

- 提供用户友好的界面，例如移动应用程序或网站，以允许用户发起付款并管理其 CBDC。
- 应用“了解您的客户”(Know Your Customer)检查以验证用户身份（或委托第三方服务来执行此操作）。在核心账本中为用户注册一个或多个帐户。该帐户在核心账本上可能是假名，这意味着核心账本将不需要记录身份信息。但是，支付接口提供程序将在其自己的系统上记录用户的身份，并会知道用户在英国央行拥有哪个假名帐户。
- 在用户开始付款时对其进行身份验证，以防止欺诈（例如，如果用户的电话被盗），保护其个人数据并确保网络弹性。
- 对相关付款进行反洗钱和制裁检查（或为此委托第三方服务）。
- 开发叠加服务以提供其他功能。
- 一些支付接口提供商可能还希望提供“商户服务”，以使零售商和企业能够从消费者那里获得 CBDC 付款。

在上面的基本模型中，支付接口提供程序将在核心账本中为每个用户维护一个单独的帐户。即使两个用户都具有相同的付款接口提供程序，也将通过核心账本处理用户之间的付款。每个支付接口提供程序的替代模型可以在账本中维护一个“合并”(pooled)帐户，该帐户包含其所有用户的 CBDC。付款接口提供程序将记录合并帐户中的资金如何在其用户之间分配。然后，可以在付款界面提供者自己的系统中处理同一付款界面提供者的两个用户之间的付款，而不是通过核心账本进行处理。但是，支付接口提供程序的用户与任何其他支付接口提供程序之间的支付仍将需要通过核心账本。

尽管某些支付接口提供商将是专注于支付的公司，但其他类型的公司也可能希望提供与 CBDC 相关的服务，如果这增强了他们提供的服务，使其服务更具“粘性”。例如，为零售商提供市场的网站能够为这些零售商集成 CBDC 付款。一些企业在线会计平台可能希望成为支付接口提供商，因为它们可以监视收款，将其调和到公司的财务帐户中，还可以启动发票和薪水付款。

3. 叠加服务

通过设计，核心账本在此模型中将具有相对简单的功能，但是支付接口提供商可以开发“覆盖”服务以提供其他功能。这意味着支付接口提供者可以构建新服务，例如，仅一部分用户需要的服务，或满足将来出现的新用例的服务。英国央行和相关监管机构设定的标准和期望在这里可能很重要，以确保叠加服务安全，有弹性，开放竞争，可互操作并满足社会对货币信心和信任的期望。以后可能会出现我们无法预见的新用例。因此，重要的是要确保核心账本提供了最低限度的功能或构建块，以使支付接口提供商能够开发新服务。此外，重要的是该系统作为一个整体是可扩展的并且对创新开放。

4.3 CBDC 支付功能

在此模型中，所有 CBDC 付款都将立即（实时）以中央银行货币结算。付款将以总价结算。这意味着 CBDC 将提供结算的最终性：付款后，立即进行结算。这笔钱将属于收款人，并且付款将无法撤消（尽管当然可以通过向相反方向发起付款来退货和退款）。

基本付款

核心账本可以提供一次性“推送”(push)付款的基本功能，该付款由付款人通过其付款接口提供商发起。然后，支付接口提供商可以将所有类型的支付类型开发为覆盖服务。例如，这些可以包括预付款（由付款人发起），预付款（由收款人发起）和定期付款。

企业的销售点付款

一些支付接口提供商可能希望提供商家服务，使企业可以亲自在销售点（PoS）

或远程（即在网站上）接受 CBDC 付款。对于商店和个人销售，许多传统的收银机已被具有集成新支付服务功能的新型 PoS 设备所取代。CBDC 将需要设计为与这些 PoS 系统兼容。对于拥有较旧或更基础耕种的小型企业，即使是低端智能手机也可作为 CBDC 付款的终端。

离线付款

大多数 CBDC 付款都需要连接到核心账本，这意味着在付款人，收款人和核心账本之间需要有一个有效的数据连接。但在某些情况下，移动数据连接可能很弱或根本不存在。这将限制 CBDC 的可用性和实用性，因此可能需要一种简单的付款方式，而无需立即“在线”引用核心账本。挑战在于寻找一种方法来实现脱机支付，而又不使买方、卖方或英国央行面临最终无法结算的风险。另一个挑战是以一种不会被欺诈者滥用的方式构建离线支付功能。

现有的卡付款已经允许一些“脱机”付款，其中卡终端无法进行授权连接，例如在使用非接触式卡支付交通网络上的旅程时。但是，这些付款需要商户承担风险，即付款人实际上没有足够的资金来完成交易，因此通常只允许这些付款低于限制值。一些中央银行和私营部门正在努力寻找解决方案，以允许在 CBDC 中进行这种脱机设备到设备支付的方式，而不会产生任何信用风险，但是该技术仍处于试验阶段。

批量付款

大型公司通常需要同时发送（或请求）多笔付款，例如，向数百或数千名员工支付工资，或者要求成千上万甚至数百万客户支付账单。尽管可能需要在特定窗口内（例如，午夜和发薪日的凌晨 6 点）进行付款，但这些批量付款通常并不严格要求时间。鼓励支付接口提供商对批量付款进行排队，并在他们知道核心账本将大大低于即时付款的峰值需求时将它们发送出去。

小额付款

CBDC 可以支持小额支付，从而支持物联网应用程序的开发，该应用程序连接智能手机，车辆，家庭和家用电器等物理设备的网络。小额支付还可以支持数字媒体的替代收入模式（例如，从当前的订阅模式和广告支持模式转变）。特别是这

种情况，因为对于许多现有的支付系统而言，处理小额支付的成本可能大于支付本身的价值。

可编程性

CBDC 会促进“可编程货币”，即根据指定的条件，规则或事件进行付款。这种可编程性可以通过使用智能合约来实现。此功能还可以实现“原子”交易，在这种情况下，CBDC 与另一资产的转移以某种方式链接，以确保在且仅当另一资产的转移也发生时才发生 CBDC 的转移。如果存在多个不同的国家 CBDC，则另一项资产可能是另一种货币的 CBDC 交易，从而为跨货币交易启用了“付款与付款”（Payment-versus-Payment，PvP）。或者，其他资产可以是实物或金融资产（例如包裹或证券），从而启用“交付与付款”（Delivery-versus-Payment，DvP）。

4.4 鼓励私营部门参与

仅依靠英国央行提供所有与 CBDC 相关的服务的模型不可能满足大多数设计原则。这意味着私营部门必须发挥重要作用，并鼓励私营部门经营者提供上述服务。这些公司需要确保他们有机会开发增值服务，并从核心账本所提供的功能以外的功能中获得收益。

英国央行还将承担建立和运行核心账本的费用，并且需要通过向支付接口提供商收取小额交易费来作为成本费。支付接口提供商本身将在建立、构建和维护自己的系统、应用程序等方面产生成本。

中央银行不能决定私营企业的收入模式，但现有的支付服务提供商展示了一些可能性。企业可以通过提供 CBDC 支付服务直接获得收入，例如收取交易费或每月的账户费。如果能够降低核心业务的第三方支付成本、吸引新客户、提高其他产品的实用性或与更广泛的业务模式产生协同效应，一些企业可能会寻求以成本甚至亏损为代价提供与 CBDC 相关的服务。在所有情况下，支付接口提供商收取费用或以其他方式从其提供的服务中获得收益的方式应对用户透明。

4.5 监管框架

为了确保金融稳定，英国央行对具有系统重要性的支付系统（进行授权，清算和结算活动的核心基础设施）进行监管和监督，并为其指定关键的提供方。此外，为了确保消费者的保护和弹性，支付服务提供商必须遵守金融行为监管局（Financial Conduct Authority，FCA）的规定。支付系统监管机构（Payment Systems Regulator，PSR）是英国支付系统及其参与者的经济监管机构。英国央行金融政策委员会（Financial Policy Committee，FPC）最近宣布，可能需要调整当前的监管框架，以适应支付行业的创新。FPC 概述了英国政府目前正在考虑的支付监管应实现的三项原则，其中包括英国财政部（HM Treasury）对支付格局进行审查的一部分：

- i. 反映付款活动的财务稳定性风险，而不是法律形式；
- ii. 确保整个支付链的端到端运营和财务弹性，这对于经济的平稳运行至关重要；
- iii. 确保有足够的信息来监视支付活动，以便可以识别和适当解决新出现的金融稳定风险。

支付接口提供尚在开始提供与 CBDC 相关的服务之前，需要满足英国央行和相关监管机构设定的标准和任何其他标准。包括要求实体拥有适当监管授权的要求，并将对其进行持续监督。需要考虑与 CBDC 相关的法规如何与参与者并存，或者在现有法规和监督之内。相关监管机构之间需要就授权标准和对使用 CBDC 基础设施进行支付活动的支付接口提供商的确切要求达成共识。

在任何修订的监管框架下，支付接口提供商以及 CBDC 生态系统中的任何其他公司都需要根据其构成的风险受到适当的监管，并且需要达到与当前支付公司相同的标准。这将包括确保 CBDC 生态系统中的所有公司都遵守相关的运营和财务弹性标准，以减轻其运营或财务失败可能对端到端支付链造成的风险。正如 FPC 所指出的那样，“对于具有系统重要性的公司，应遵守反映其构成的风险的运营和财务弹性标准”。他们还需要遵守 FCA 和其他相关监管机构制定的行为准则和其他标准。

制定标准和要求

英国央行及相关监管机构还需要制定标准，以确保 CBDC 支付系统具有弹性和可靠性，开放性和可互操作性。但是，该标准不应规定应如何构建与 CBDC 相关的服务，或应使用哪种技术的支付接口提供商或覆盖服务。这些标准和要求共同构成了适用于 CBDC 的支付方案，并且可以定义：

- 不同支付接口提供者之间的互操作性标准，包括如何在不同支付接口提供者的不同客户之间进行支付，以及客户如何将其服务转移给另一支付接口提供者。
- 支付接口提供商及其提供的覆盖支付服务的标准或期望，包括安全性和身份认证的最低标准。这将确保弹性，互操作性和适当水平的消费者保护。
- CBDC 支付发起者的用户界面（例如应用程序）的准则和原则。
- CBDC 支付中使用的消息传递标准（例如采用 ISO 20022 数据标准），并强制使用诸如法人实体标识符之类的标识符。这些措施可以支持 CBDC 的互操作性，可扩展性和安全性。
- 有关在 CBDC 付款出错时由谁承担责任的规则，包括欺诈，交易失败，网络风险和隐私情况。

4.6 遵守反洗钱，打击资助恐怖主义和制裁

CBDC 支付系统将需要符合反洗钱，打击资助恐怖主义法规和要求。这意味着 CBDC 用户的身份至少需要更广泛的 CBDC 网络中的某些机构或机构知道，这些机构可以验证其交易的合法性。在平台模型中，核心账本仅存储假名帐户和余额，但核心分类账中的每个账户都链接到一个知道每个用户身份的支付接口提供商。支付接口提供商将负责对用户进行反洗钱检查，并向当局报告可疑交易。

这一安排意味着银行不会持有任何用户的个人数据，从而减少了在持有个人用户数据时可能出现的隐私问题，但整个 CBDC 系统仍可满足反洗钱要求。反洗钱责任可以完全由付款接口提供商处理。但是，有可能有专门的公司出现新的商业模式，这些公司可以验证用户的身份并使用新技术来识别可疑活动。数字身份识别领域目前正在经历重大发展。因此，如果最终引入 CBDC，当前的模式，即支付提供商使用自己的系统应用反洗钱，不一定是唯一使用的模式。

4.7 隐私和数据保护

必须考虑在 CBDC 系统中如何尊重隐私以及如何保护数据。隐私和数据保护是政府和其他机构的决策者关注的一个问题，在设计 CBDC 时应仔细考虑。

任何 CBDC 系统都需要与隐私法规兼容，例如 2018 年通用数据保护法规，该法规将适用于英国央行，支付接口提供商和任何其他提供 CBDC 相关服务的公司。简单来说，这意味着用户应该控制如何使用其数据以及与谁共享数据。任何第三方处理数据都需要遵守适用的数据保护法规。

CBDC 系统中适当的匿名程度是一个政治和社会问题，而不是一个狭窄的技术问题。如上所述，CBDC 必须符合反洗钱法规，该法规排除了真正的匿名付款。但是，即使 CBDC 付款不是真正的匿名，也可以设计 CBDC 来保护隐私并让用户控制与谁共享数据。例如，用户可能合法地希望在不与超市共享其身份的情况下向超市付款，因为超市可能建立他们的购物习惯的图片。在大多数情况下，付款人应能够付款而无需向收款人透露其身份。从这个意义上讲，他们可以对其他用户具有匿名性，而对执法不具有匿名性。

假定 CBDC 等同于现金，因此应在付款中提供相同程度的匿名性。当付款人将现金交给收款人时，收款人不会收到有关付款人身份的任何数据，也没有将付款人和收款人联系起来的数字记录。但事实是由于这种付款方式的性质，亲自现金付款可提供匿名付款方式。该银行没有提供不可追溯或匿名付款方式的具体授权。

4.8 平台模型如何违反我们的设计原则

CBDC 的平台模型有可能满足我们在第 3.2 章中概述的许多目标和设计原则。但是，如图 4.2 所示，最终结果尚不确定，这取决于 CBDC 的最终设计以及在不同设计原则之间进行权衡取舍的选择。

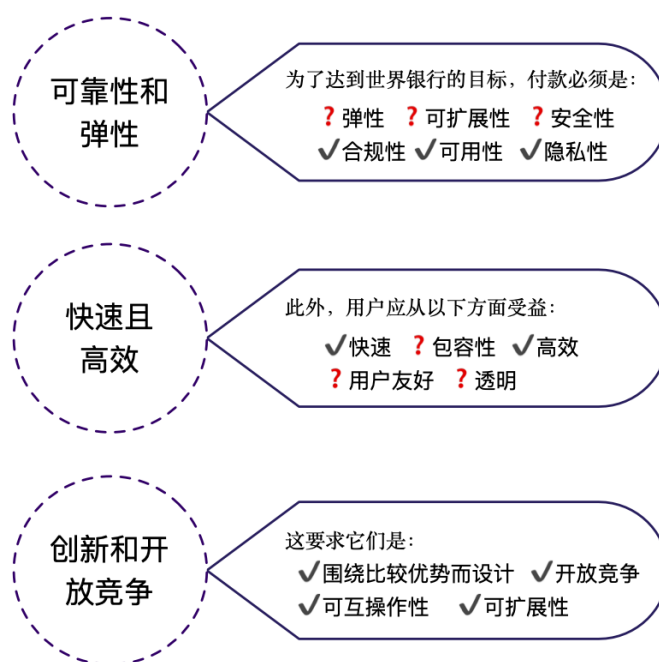


图 4.2 平台模型如何满足 CBDC 设计

弹性和可靠性

- 可扩展性(Scalable): 由于核心账本将具有相对简单的功能，因此应该可以根据需求的变化来扩展其容量。
- 合规性(Compliant): CBDC 系统将被设计为符合 AML 要求。
- 隐私性(Private): CBDC 系统将设计为符合 GDPR。

快速高效

- 快速: 该系统可以使用中央银行货币提供即时实时付款，因此付款人(包括商人)可以立即收到资金。
- 高效: 可以使用相对简单的功能构建核心账本，从而使其尽可能高效和经济。付款界面提供商可以通过覆盖服务提供仅由一部分用户使用的其他功能。这将确保提供更复杂的用户需求的成本落在那些服务的用户身上，而不是分配给所有用户。

创新和开放竞争

- 围绕比较优势进行设计(Designed around comparative advantage): 平台模型使英国央行和私营部门可以专注于各自的优势。英国央行可以专注于建立高弹性的基础设施(核心账本)，而私营部门的支付接口提供商可以

通过提供客户服务和建立用户友好的服务来关注用户体验。

- **开放竞争(Open to competition)**: 公司可以竞争提供 CBDC 相关服务。适当的监管结构可以在最大程度降低进入壁垒的同时保护消费者。
- **可互操作性(Interoperable)**: 英国央行可以设定要求, 以确保任何 CBDC 帐户应该能够支付任何其他 CBDC 帐户, 而不管与每个帐户关联的支付接口提供者是谁。这将确保 CBDC 支付网络不会分裂成闭环(这将降低 CBDC 的整体用途, 并可能导致一个或两个主要的支付接口提供商的出现)。
- **可扩展性(Extensible)**: 支付接口提供商可以开发创新的覆盖服务, 以提供核心账本中未内置的功能, 以使 CBDC 能够满足其发展中的支付需求。

平台模型可能无法满足的设计原则

但是, CBDC 的平台模型不能自动满足某些设计原则。需要其他标准或政策干预措施, 以确保满足以下设计原则:

- **弹性且可用(Resilient and available)**: 尽管核心账本可能具有很高的弹性并可以 24/7 全天候使用, 但是支付接口提供商自己的系统可能容易受到干扰, 这可能会阻止用户付款。因此, 英国央行将需要为运营弹性设定最低标准。
- **安全(Secure)**: 英国央行还应设定网络安全和用户身份验证的最低标准。
- **透明(Transparent)**: 需要针对其他机构的政策以确保 CBDC 的成本透明。
- **用户友好(User-friendly)**: 私营部门的支付接口提供商可以设计 CBDC 支付系统的用户界面, 而最用户友好的服务可能具有竞争优势。
- **包容性(Inclusive)**: 英国央行和相关监管机构需要制定标准, 以确保支付接口提供商构建支持包容性的系统, 并避免因技术素养, 残疾或对更昂贵的硬件(如智能手机)的依赖而产生的障碍。

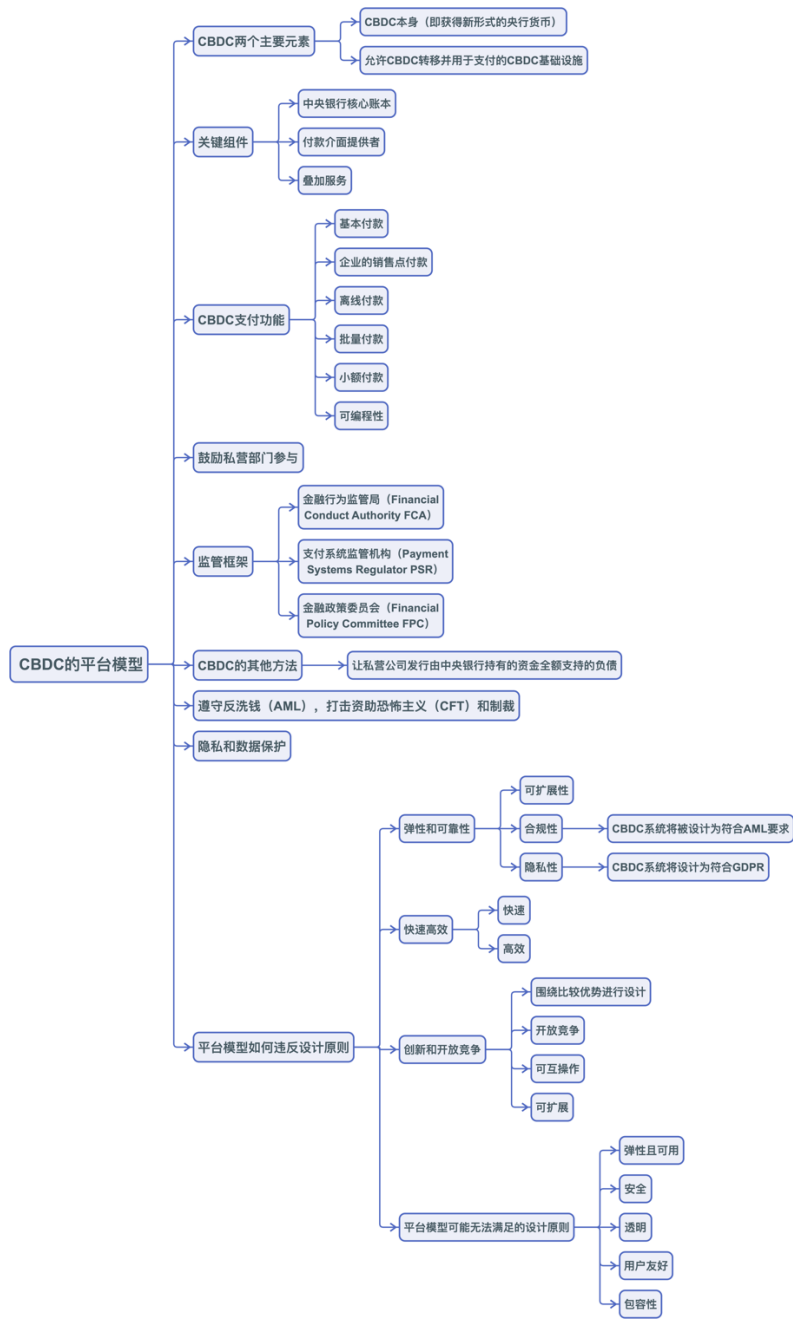


图 4.3 第四章结构图

第五章 经济设计及 CBDC 对货币和金融稳定的影响

CBDC 将是一种新的货币形式，这将首次允许家庭和企业使用中央银行的货币直接进行电子支付。这种变化可能会影响英国央行体系的结构以及英国央行实现维持货币和金融稳定的主要目标的方式。CBDC 对于货币政策有潜在的利益和风险，它可能支持通过某些渠道更有效地传导货币政策。但是，必须权衡这些收益与风险，例如银行业的非中介化对信贷提供的潜在影响。

CBDC 仅在家庭和企业持有并使用它进行付款时才会受益。这意味着他们必须将部分资金从钞票和商业银行存款中转出，并以 CBDC 的形式转为央行货币，因此必然会出现某种中间化。但是，从存款向 CBDC 的大规模或快速转移可能会对银行业可以为经济提供的信贷量和成本以及英国央行实现其目标的方式产生重大影响。英国央行将有新的工具来影响 CBDC 的吸引力和使用，从而管理利益与风险之间的权衡。英国央行现有的宏观和微观审慎工具，以及存款保险的作用，也可能有助于管理风险。

5.1 概述

CBDC 将是一种新的货币形式，这将首次允许家庭和企业使用中央银行的货币直接进行电子支付。尽管这似乎是一个很小的变化，但它可能为家庭和企业带来重大利益，并可能影响英国央行体系的结构以及英国央行实现其维持货币和金融稳定目标的方式。例如，CBDC 可以在某些传输渠道上提高英国央行政策利率变化传递给家庭和企业的速度和程度，并且可以改变银行业提供给经济的信贷额度和成本。由于这些原因，CBDC 需要精心设计，确保货币和金融稳定的潜在益处，以及更广泛的引入为公众 CBDC 的好处，可以实现在不危及银行的目标和金融部门提供信贷的能力和其他服务扩展到更广泛的经济。

本章讨论引入 CBDC 如何影响英国央行和商业银行系统的资产负债表。然后介绍引入 CBDC 如何影响货币政策，金融稳定性和英国央行。最后，解释 CBDC 的经济设计如何对 CBDC 的采用率产生重要影响，以及这些影响的程度。尤其关注薪酬的重要设计问题：CBDC 是否应支付利息。

5.2 脱中介的影响（从存款转换为 CBDC）

只有家庭和企业持有并使用 CBDC 来付款，CBDC 才会受益。这意味着他们必须将部分资金从钞票和商业银行存款中转出，以 CBDC 的形式转入中央银行。但是，从存款向 CBDC 的这种转换可能会对银行体系、货币政策和金融稳定性产生潜在的重大影响。要理解这些含义，重要的是要了解从存款转为 CBDC 对英国央行和商业银行资产负债表的影响。

CBDC 将代表英国央行发行的一种新形式的央行货币。中央银行的货币，无论是现金、中央银行储备金，还是潜在的 CBDC，通过为经济中所有英镑支付提供最终结算手段，在支持货币和金融稳定方面发挥着基础性作用。

与其他形式的央行货币一样，CBDC 将被记录为英国央行资产负债表上的负债（就像纸币和储备金一样），并由该行持有的资产进行匹配。目前，这些资产大多数是政府发行的债券，但其他支持资产包括通过定期融资计划等计划向银行业提供的贷款，以及银行的常规流动性融资。

相比之下，商业银行存款是由商业银行发行的，并且是银行业融资的重要组成部分。商业银行的存款在资产负债表上记为负债，并由其资产作后盾，资产通常包括中央银行储备，债券，贷款（例如抵押）和其他金融资产。

一些目前持有商业银行存款的家庭和企业可能希望将这些存款换成 CBDC。从现金或存款转向 CBDC 的资产负债表影响有：

- 1) 从现金转为 CBDC：钞票和 CBDC 只是中央银行负债的两种不同类型，因此，从纸币转为 CBDC 会影响家庭和中央银行资产负债表的构成，但不会影响其规模。家庭将一项资产（现金）交换为另一资产（CBDC），中央银行将一项负债（现金）交换为另一负债（CBDC）。尽管英国央行可能会促进从现金到 CBDC 的转换，但此过程不会影响银行业资产负债表的规模。
- 2) 从存款转为 CBDC：从存款转为 CBDC 对英国央行资产负债表的影响与

从 ATM 或英国央行分支机构提取钞票的影响相同，从而减少了英国央行的资产和负债并缩小了英国央行的资产负债表。这意味着从存款到 CBDC 的净转移（部分）对银行业产生了中介作用。例如，如果一个家庭希望将 10 英镑的存款转换为 CBDC，其步骤为：

- A. 该家庭告诉其银行从其存款帐户向其 CBDC 帐户支付 10 英镑（实际上，就像现金一样，“提取”CBDC）。
- B. 银行从家庭帐户中扣除 10 英镑，即减少其价值。
- C. 银行告诉中央银行将 10 英镑从其储备帐户转入该家庭的 CBDC 帐户。
- D. 中央银行从银行的储备金帐户中扣除（减少值），在家庭的 CBDC 帐户中贷入（减少值）10 英镑。
- E. 家庭资产的组成发生了变化，因为它现在的存款少了 10 英镑，而 CBDC 多了 10 英镑。但是，家庭资产负债表的总体规模没有变化。
- F. 中央银行债务的构成发生变化：现在中央银行的储备金负债减少了 10 英镑，CBDC 负债增加了 10 英镑。但是，中央银行资产负债表的规模没有立即改变。
- G. 但是，商业银行损失了 10 英镑的储备金（一项资产）和 10 英镑的存款（一项负债）。它的资产负债表缩水了 10 英镑。

从存款向 CBDC 的流动导致商业银行整体上持有较少的储备金。如果他们最终持有的储备少于满足自己或监管流动性风险措施所需的储备，则他们可能希望从中央银行获得更多的储备。如果央行选择通过发行新储备来满足这一需求，那么央行的资产负债表将扩大新发行储备的数量。但结果是，如果不采取任何其他措施，商业银行将损失同等金额的存款和资产，因此资产负债表较小。

银行业资产负债表的萎缩被称为“脱媒”(disintermediation)。某种程度的脱媒是成功的 CBDC 的必然结果。但是，这种中间化将导致英国央行的总资金量减少。英国央行将需要考虑如何应对潜在的存款资金损失，以及对英国央行向更广泛的经济体提供贷款的能力产生的影响。他们可以通过支付更高的存款利率来应对，以限制任何进一步的资金外流到 CBDC，或者他们可以寻求用其他方式来弥补损失

的存款资金，比如长期存款或批发融资。然而，这两种选择都可能提高它们的整体融资成本，如果银行试图维持利润率，这可能会促使它们提高向经济提供信贷的成本。反过来，在其他条件相同的情况下，这可能会导致银行贷款额下降。

如果要进行大规模脱媒，这意味着放贷大幅下降，或要求银行寻求从英国央行借入更多资金。这可能对银行体系的结构和银行的资产负债表产生深远的影响。

脱媒的潜在成本意味着，以一种使 CBDC 相对于银行存款的需求可控的方式来设计 CBDC 是很重要的。然而，衡量存款可能向 CBDC 的转移是一项挑战，因为迄今为止还没有主要经济体的央行推出 CBDC。我们可以从英国以前的金融改革中吸取重要的教训，这些改革已经对银行中介产生了影响，但还需要进行更深入的研究。

5.3 英国央行对货币和金融稳定目标的影响

对货币政策的影响

CBDC 作为银行存款之外的另一种数字化替代方式，意味着银行利率的任何变化都将更快、更充分地传递到家庭和企业面临的利率上。但是，如果 CBDC 相对于存款更具吸引力，那么银行业的脱媒程度可能会更大。与之相关的银行业信贷的减少和成本的增加可能会对经济中的总供求双方产生重要影响。银行贷款总额的任何减少也将降低银行贷款在货币政策整体传递中的重要性，这意味着其他传递渠道将变得相对更为重要。

从存款到 CBDC 的转变可能导致英国央行减少其储备(这些储备必须通过 CBDC 账户支付)。英国央行可能需要替换其中的一些储备金，例如以满足其自身的风险偏好或监管流动性要求。尽管英国目前由于量化宽松政策而储备充足，但情况并非总是如此。2018 年，央行解释说，一旦开始放松量化宽松政策，它打算通过以银行利率发放高质量抵押品来满足银行对储备金的需求。然而，大规模转向 CBDC 可能意味着银行将没有足够数量的优质抵押品来获得所需的储备金。除了流动资产短缺对金融稳定的影响外，这还可能导致市场利率与政策利率失调，或者有必要调整英国央行的货币政策实施框架，包括考虑以更大范围的抵押物提供

储备。鉴于此，CBDC 的设计必须考虑对英国央行实施货币政策的影响。

对金融稳定的影响

精心设计的 CBDC 可以通过支持弹性的支付系统并避免新形式的私人创建货币的风险来增强金融稳定性。首先，如果要建立并积极使用诸如 CBDC 之类的可普遍使用的支付系统，则它可以通过提供一些不依赖于银行系统的核心支付服务来降低系统风险。第二，由于支付方式的发展，银行业已经发生了中介化。CBDC 可以为英国央行提供更多的机会来管理这些风险，并且取决于其设计参数，无论采用哪种 CBDC，其中介作用都不会比预期的更大。

但是，CBDC 可能还会带来金融稳定的风险，从而抵消其中的一些好处。向 CBDC 过渡时，英国央行资产负债表的缩小可能会影响信贷的可用性，从而可能对金融稳定产生影响。尽管随着时间的流逝，银行体系有望找到新的平衡点，但从银行存款（从单个银行或多个银行）快速流入 CBDC 可能会造成不稳定。如果在紧张或财务不确定的时期内，家庭和企业认为 CBDC 的风险低于商业银行的存款，那么匆忙避险可能引发更广泛的系统性不稳定。从这个意义上讲，从存款到 CBDC 的快速替代时期等同于银行体系的挤兑。原则上，今天这可以通过从存款到现金的转换来实现，但是从现金到提取的转换受到提取和存储大量现金所涉及的实际摩擦和成本的限制。相反，运行 CBDC 的成本和摩擦可能会低得多。这可能会激励银行采取措施保护自己，例如，在压力时期倾向于“囤积”储备。这种行为将进一步影响货币市场的运作。

然而，英国央行仍将能够利用现有的宏观和微观审慎工具，包括向金融体系提供储备和流动性的能力，从一开始就限制挤兑 CBDC 的动机。

在最极端的情况下，如果 CBDC 完全取代商业银行的交易即期存款，那么这些银行将完全依赖于其他资金来源。在某种程度上，这包括增加依赖现有的中央银行设施，或者私人市场资金的短缺促使中央银行调整资金的程度，这将对中央银行的作用有着重要的意义，包括影响信贷成本。央行资产负债表的任何扩张以支持银行融资，都会引发这样一个问题：什么样的资产能够与新增的债务相匹配，以及它们将如何得到供应。在这种情况下，可能缺乏优质资产来支持央行扩大资产

负债表，因此央行将不得不扩大购买或放贷的资产范围。

5.4 通过 CBDC 的经济设计管理风险

下文讨论了管理这些风险的三种可能的工具，即 CBDC 的薪酬，薪酬的等级和结构以及对可持有的 CBDC 数量的限制。

设计选择 1:

薪酬

CBDC 最重要的设计决策是是否对 CBDC 余额支付利息。CBDC 可以像纸币一样是无报酬的(无利息的)，也可以像中央银行准备金、银行存款和许多其他金融资产一样是有报酬的(有利息的)。在稳定的经济条件下，薪酬比率将是决定 CBDC 相对于其他货币形式吸引力的关键因素，CBDC 将被广泛采用的程度，它可能导致的脱媒程度，以及它将如何影响货币和金融稳定。

无偿 CBDC(Unremunerated CBDC)

一个无酬的 CBDC 基本上就是一个数字版的钞票。虽然这可能是一种有吸引力的无风险的货币形式，也是一种有用的支付方式，但相对于有报酬的选择，家庭和企业大幅减少对银行存款的依赖(至少超出目前为与支付相关的目的而持有的存款余额)的动机将会减弱。银行系统提供信贷的能力也会受到较低的影响。然而，在当前的低利率环境下，银行存款支付的利息可能不足以阻止人们转向无报酬的 CBDC。

无偿 CBDC 不会将银行利率的变化直接传递给持有人，也不会对货币市场利率产生重大影响。但是无偿 CBDC 仍可能对货币政策产生重要影响。特别是，它可以加强利率下限。之所以存在下限，是因为如果利率显著低于零，储户可以提取并持有钞票。但是这样做会带来一些成本，尤其是大笔费用，因为钞票必须安全存放，并且不能用于非面对面的付款。这使得有效现金持有收益率略为负数，并使一些央行能够将政策利率设定在现金支付的零利率以下。CBDC 的存储成本可能可以忽略不计，从而在其他利率降至零以下时，更容易持有无报酬的 CBDC，从而显著降低利率可能变为负值的程度。尽管英国央行目前的评估是其下限略高

于零，但由于金融体系的结构，该评估将来可能会随着金融体系的发展而发生变化。

对于有偿 CBDC，这会有什么不同？

薪酬可能对货币传导机制产生许多影响。有偿 CBDC 将更接近于银行存款的替代品，它可能导致货币政策更快、更充分地传导至存款利率。对有偿 CBDC 支付的费率将设定家庭和企业准备接受的现金持有量回报的下限。这可能意味着，随着 CBDC 利率的变化，银行可能会调整向家庭和企业提供的存款利率，以避免 CBDC 对存款的相对吸引力发生变化。有偿 CBDC 也意味着公众可以从他们的 CBDC 余额中获得利息。这将增加与货币政策选择直接挂钩的货币比例，并对货币传导机制产生影响。随着利率的变化，存款和 CBDC 持有者的利息收入受到的影响会更加明显(这种影响被称为“现金流”渠道)。最终，其影响将取决于储蓄和借贷利率的相对变化。

另一方面，报酬增加了家庭和企业将更多资金转入 CBDC 的动机，从而增加了银行体系进一步脱媒的可能性。家庭的存款往往相对“粘性”，即倾向于留在一家银行，这意味着即使引入了有偿 CBDC，家庭和企业也可能继续将其即期存款留在银行。持有存款的其他吸引力，例如透支和银行关系的相关利益，也可能限制转换为 CBDC。但是，无论是否引入 CBDC，存款的粘性可能会发生变化，例如开放银行和第二个付款服务指令使用户更容易在英国的银行帐户之间进行转账和转账。

非常规货币政策的报酬也可能带来好处。如果利率一直处于低水平，那么中央银行可能会比历史上更频繁地受到下限的限制。可以以负利率获得报酬的 CBDC 可以放宽该约束条件，只要该约束条件是由于现金支付零利息这一事实引起的。从理论上讲，这可以扩大可用的政策选择范围，避免货币政策达到有效的下限所带来的经济成本，从而有可能改善经济结果。但是，如果现金使用在经济中仍很普遍并且现金存储成本不算过高，则对 CBDC 设定负利率的更大影响可能会受到限制。为了实现这一好处，需要确定与金融体系结构相关的问题，这些问题决定了当前有效的银行利率下限。

设计选择 2:

薪酬的结构和层次

如果银行决定为 CBDC 支付报酬，但担心对银行中介和信贷的影响，则除了设定总利率外，还可能改变任何可能的报酬结构。例如，它不需要像上面隐含的那样在 CBDC 上支付与银行持有的准备金相同的利率。可以将 CBDC 利率设置为低于银行利率，这可以使存款利率低于银行利率。

或者，如果政策制定者打算将 CBDC 主要用于交易而不是用作大规模的价值存储，则可以对报酬进行分层，以使高于一定水平的余额支付较低的利率或根本不支付任何利息。银行还可以通过将 CBDC 最初补偿为零来引入报酬潜力，但是将来可能会采用非零利率。

设计选择 3:

极限

为了解决 CBDC 可能导致一定程度的存款从银行部门流入 CBDC 的担忧，中央银行也可能希望对每个人或每个企业可以持有的金额施加一定的限制。抛开这种做法的实用性，限制对 CBDC 的个人持有量可以帮助确保 CBDC 主要用于支付余额而不是用于大量储蓄，从而减少了银行体系的脱媒程度。

硬限制将指定每种类型的用户可以持有的 CBDC 总量（可能对企业和个人有不同的限制）。这样的限制将带来一些实际挑战。例如，如果用户达到其 CBDC 限额，是否会阻止该帐户的收款？此外，如果用户可以通过多个支付接口提供商持有多个 CBDC 帐户，那么就需要有一种方法来计算每个用户在所有帐户上的 CBDC 总持有量。

如果要给 CBDC 酬劳，则软限制（例如上面讨论的分层薪酬计划）可能比硬限制更可取。软限制可以通过使持有余额超过给定水平的吸引力降低，从而为用户提供经济动力，以限制其持有的 CBDC。

CBDC 可在最初阶段也可以将限制用作预防工具。中央银行将能够观察到对

CBDC 及其决定因素的需求，并可以随着时间的推移逐步改变限额。
限制的另一种形式是通过限制特定时间段内的最大传输来限制转换率。这可以通过要求大量的通知期或对个人的日常汇款设置上限来实现。需要进一步研究和分析限额的可行性，以及在限制正常银行向 CBDC 运行的速度与降低 CBDC 的可用性之间的权衡。

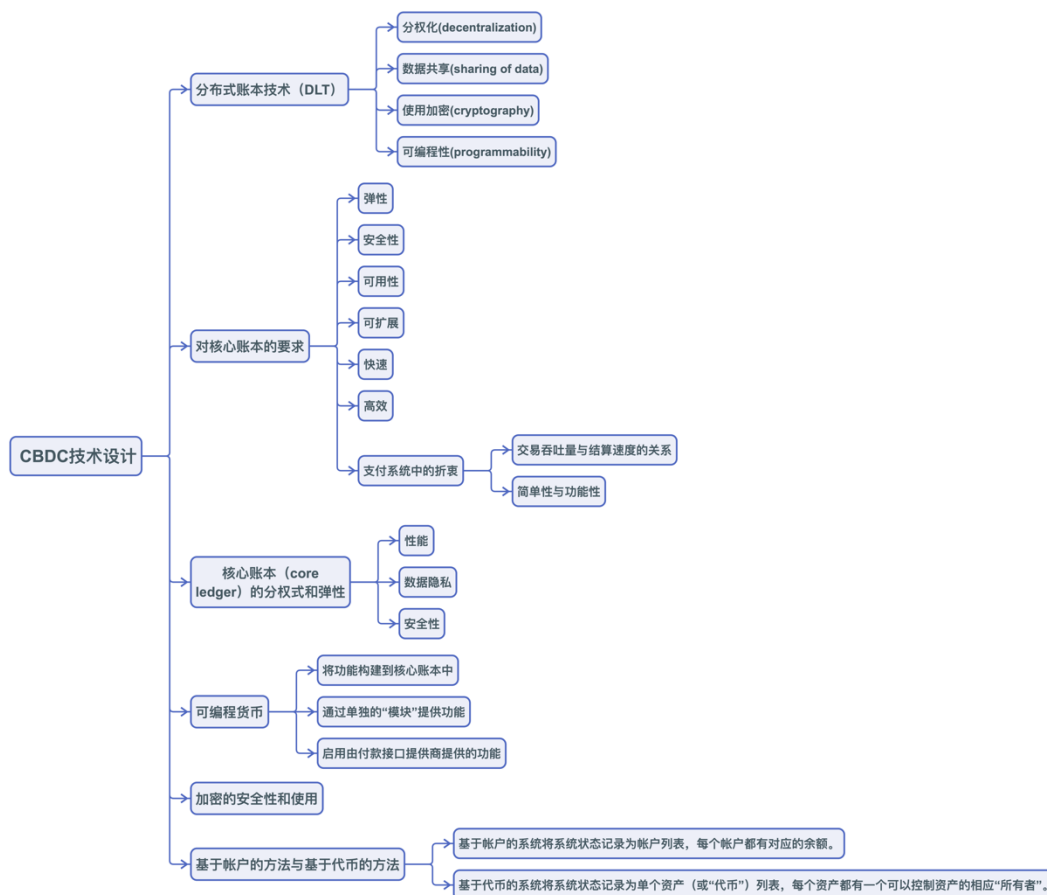


图 5.1 第五章结构图

第六章 CBDC 技术设计

为 CBDC 提供的技术应根据 CBDC 设计原则进行选择。在不同的设计原则之间需要权衡取舍，取得适当的平衡才能实现英国央行的政策目标。本文不认为必须使用分布式账本技术（Distributed Ledger Technology，DLT）构建 CBDC，并且没有内在原因无法使用更常规的中心式技术构建 CBDC。但是，DLT 有些特性可以创新。分发性和分权化性可以增强弹性和可用性，但可能对性能，隐私和安全性等方面产生负面影响。CBDC 能够通过智能合约提供“可编程货币”，且会有多种选择，包括：将功能构建到核心账本中；通过单独的“模块”提供功能；或启用由第三方提供的功能。应该使用密码术来增强 CBDC 平台的安全性，但是需要仔细设计以避免对可用性或性能产生负面影响。

6.1 概述

技术选择将影响 CBDC 的弹性，安全性，快速性，高效性，可扩展性，可用性和可扩展性，因此这些决策对于实现 CBDC 的总体目标至关重要。

本章重点关注示例性模型中的核心 CBDC 账本，该账本将由英国央行操作。但是，CBDC 系统中的许多技术将由支付接口提供程序提供，包括为自己的系统提供动力的软件和硬件，以及 CBDC 用户使用的接口。

自从十年前比特币问世以来，DLT 已经涉及广泛的技术，其中许多采用的设计选择大相径庭，因此，没有 DLT 的单一实现。但是，该技术有几个共同的特征--核心“构建模块”--可以在不同的实现方式中不同程度地进行部署（图 6.1）。这些构建块包括：

- **分权化(decentralization):** 许多第三方参与维护账本的副本并处理账本的更新（例如交易）。这需要一个“共识流程”，以确保账本的所有副本都同步并存储相同的信息。
- **数据共享(sharing of data):** 账本的可见性，包括提供访问范围更广的参与者以“读取”账本上的数据和/或有权更新（“写入”）账本上的数据。
- **使用加密(cryptography):** 可用于启用不同类型功能的一系列密码功能，

包括使用公钥密码来验证发送付款指令的人是否有权这样做，或者使用密码证明来断言有关分类账的事实（例如发生了特定交易）。

- 可编程性(programmability): 创建所谓的“智能合约”，可用于自动执行协议条款并启动相关交易，而无需人工干预。



图 6.1 DLT 元素

这些元素可能彼此独立地采用。例如，智能合约的可编程功能可以部署在使用更传统的集中式数据库技术创建的账本上。

对于 CBDC，要考虑哪些要素可以帮助支持我们的 CBDC 目标，以及采用不同功能的含义和取舍是什么？

尽管 CBDC 通常与分布式账本技术相关联，但并非必须使用 DLT 构建 CBDC。现有的大多数支付系统都运行在集中式技术堆栈上，因此也没有理由不能以这种方式构建 CBDC。但是，DLT 包含许多可能非常有用的创新，可以彼此独立地采用，这使我们能够使用最相关和最合适的 DLT 特定功能，而无需整体使用 DLT。本章考虑了哪些创新在 CBDC 环境中可能有用。

6.2 CBDC 对核心账本的要求

任何形式的 CBDC 都需要账本，以记录 CBDC 交易记录，并保持 CBDC 的总体库存和供应。原因是通过将相同的单位发送给不同的收件人来防止用户能够“双花”(double spending) CBDC。本章后面将讨论一些考虑事项，包括账本是集中式还是分散式，以及是否使用基于帐户或基于代币的数据结构，但是在所有这些情况下，都需要账本。

必须围绕以下设计原则优化核心账本：

- **弹性(Resilient)**：因为 CBDC 可能会成为国家基础设施的重要组成部分，因此它需要能够处理 CBDC 系统部分中的硬件和软件故障或电信网络故障，同时维持操作的连续性并且没有一个可能破坏系统的故障点。它还必须适应需求高峰并能够适应需求高峰。
- **安全(Secure)**：CBDC 需要维护数据完整性，并受到保护，防止数据丢失，数据盗窃和网络漏洞。随着威胁的发展，必须升级安全模型。
- **可用(Available)**：CBDC 付款需要 24/7 全天候可用，因此核心帐本也应 24/7 全天候运行，而无计划的停机时间。
- **可扩展(Scalable)**：随着需求的增长，必须有可能增加核心账本的容量。
- **快速(Fast)**：因为 CBDC 将用于零售支付，所以账本必须能够处理和确认交易非常迅速。
- **高效(Efficient)**：应围绕将由大多数或所有用户使用的功能来优化流程。在可能的情况下，应将仅由较小一部分用户使用的更复杂的功能保留给重叠服务，以避免增加复杂性或降低核心账本的速度。
- **可扩展(Extensible)**：核心账本将需要能够提供必要的功能，以启用一系列可以满足新用例和不断发展的需求的覆盖服务。随着需求的变化，必须有可能更新和升级平台。

建立付款系统需要权衡取舍，并在不同的设计原则之间取得适当的平衡。因此，在设计 CBDC 时，不可能在每次设计考虑时都将结果最大化。支付系统中的一些常见折衷包括：

- **交易吞吐量与结算速度的关系**。信用卡支付系统可以处理大量的低价值支付，当客户站在收银台时，即使商户可能好几天都收不到钱，它也会优先考虑支付授权的速度。相比之下，银行和金融机构使用的高价值支付系统处理的是较低的支付额，并优先考虑流动性效率和收款人接收资金的速度，而不存在支付被逆转的可能性(称为结算终结)。
- **简单性与功能性**。在第 4 章概述的平台模型中，英国央行的核心账本将具有必要的最低限制功能，因为限制功能会减少软件中可能存在的缺陷或错误，增强系统的弹性，并限制攻击面的数量。但是，如果我们对核

心功能的限制过多，则可能会限制支付接口提供商构建有用的覆盖服务的能力，从而限制 CBDC 支付系统的可扩展性和创新水平。

本文中 CBDC 的用例侧重于零售支付（家庭和企业之间），因此在确定某些设计选择的优先级时，需要考虑这些群体的需求。

6.3 核心账本（core ledger）的分权式和弹性

许多现有的技术平台，包括支付，社交媒体，视频流和搜索引擎，都需要非常高的弹性。这通常是通过重复数据和流程来实现的。在不同位置的多台服务器之间复制数据和流程将大大减少数据丢失的可能性，并确保即使系统的一部分发生故障或与其他系统断开连接，整个系统仍可以继续运行网络，这同样适用于交易处理。这些技术的使用将是确保任何 CBDC 核心帐本具有弹性和可用性的重要组成部分。

复制通常涉及一个控制所有复制组件（例如服务器，数据中心等）的实体，例如中央银行里面的实时清结算系统系统(Real Time Gross Settlement, RTGS)。分权式涉及在存储账本副本和处理该数据的更新时进一步涉及多个不同的实体，例如不同的公司。这需要一个共识流程，以确保账本的所有副本都同步并存储相同的信息。在 CBDC 下，让支付接口提供商或其他受信任的技术提供商参与维护核心账本，处理交易并为整个 CBDC 系统而不是仅为其自己的客户存储数据。或者，如果多个中央银行提供 CBDC，则它们可能彼此合作并在彼此的 CBDC 网络中操作节点。

分散的方法可以进一步增强 CBDC 系统的弹性。地理位置和实施方法的差异可以在整个系统中创建更多的多样性，这意味着影响一种类型的硬件或一个软件版本的问题不太可能同时影响网络的所有部分。

但是，分散的方法也带来了许多重大的取舍，包括：

- **性能(Performance):** 在数据分散化过程中，共识过程要求每个事务的参与者之间传递大量消息。结果，迄今为止，许多 DLT 平台在吞吐量和速度等方面都难以与更多中心化支付平台的性能相匹配。

- **数据隐私(Data privacy):** 让第三方参与交易处理（交易验证器）可能需要与他们共享私人数据。其中一种方法涉及隔离数据，以便每个单独的交易验证器仅具有账本子集的可见性。替代方法包括使用高级加密技术（例如，基于零知识证明的加密技术），以从交易验证器中隐藏细节，比如交易对手或交易价值。然而，现在这些技术需要大量的计算，并且对系统性能具有负面影响。
- **安全性(Security):** 让多方参与系统的运行可能会为潜在的网络攻击者提供更多目标，尤其是在数据盗窃方面。但是，使用多方共识也可以使系统更安全地防范试图操纵数据的攻击者。整个系统的整体安全性取决于最弱的链接，即安全标准最弱的实体。如果涉及到许多方面，这可能是一个更大的挑战。

因此，权力下放带来了挑战。完全没有重复的系统将具有较低的弹性，但是高度分散的系统可能会变得缓慢，低效且难以扩展。技术研究的一个重要领域是为 CBDC 核心账本确定合适的最佳分配或分散级别，以实现弹性，速度，效率和可伸缩性的最佳组合。

无论采用何种程度的重复和权力下放，英国央行都需要保持对 CBDC 网络的总体控制。这意味着这系统始终需要成为一个“许可”(permissioned)系统，而英国央行授予其他参与者在这网络的访问权限，英国央行可能只允许合规的支付接口提供者连接到核心账本，此限制为核心账本增加了一层安全性。如果使用 DLT 方法，英国央行还可以控制允许哪些实体操作网络中的节点，从整体上处理网络的交易。英国央行必须对新的 CBDC 的创建、发行拥有排他性控制。

6.4 可编程货币

通过 DLT 的发展而出现的功能之一就是创造“可编程货币”，可以通过智能合约来实现。智能合约能够根据一些预定义的标准自动执行付款，简而言之，这些合同的陈述是“如果发生 X，则将 Y 付给 Z”。例如，远期付款：“如果今天的日期是 X，则将 100 英镑从帐户 Y 转移到帐户 Z”。还可以使用更高级的智能合约在确认收货后自动启动付款，或在销售点将税款直接发送给税务部门。交易也可以

与物理设备或物联网集成，例如，代码可以写为“当 X 英镑转入帐户 Y 时，打开设备 Z”。

智能合约功能可以与 DLT 分离，可以在各种类型的账本中实施智能合约，包括集中式数据库。出于安全和效率方面的考虑，可以限制在智能合约编程语言中可用的功能范围。

智能合约的处理比简单的推付支付(push payment)更为复杂，因此使用智能合约可能会对性能和可伸缩性产生负面影响。智能合约也可能对系统安全性产生负面影响：由于智能合约平台中的漏洞，大量资金已经丢失或被盗。

如果 CBDC 支持可编程货币功能，我们将看到三种潜在的广泛方法：将功能构建到核心账本中；通过单独的“模块”提供功能；或启用由付款接口提供商提供功能。

在核心账本上提供完整的可编程货币功能将伴随着重大的权衡。核心账本执行与智能合约相关的更复杂的计算将对其性能产生影响，从而可能减慢单个交易（无论它们是否与智能合约相关联）。但是，可能需要这种方法来实现与可编程货币相关的全部收益。

另一种替代方法是，英国央行开发一个与核心账本分开的附加“模块”，以管理和处理智能合约。该模块将负责处理智能合约代码，然后在需要付款时指示核心账本。这种方法可以减轻对系统性能的负面影响，同时仍然可以利用英国央行作为受信方的地位。该模块将需要适当的权限来转移用户的资金，以及用户控制和批准此功能的过程。这种方法需要仔细考虑用户身份验证。

第三种选择是将银行提供的与智能合约相关的功能限制在最低限度，使支付接口提供商能够向用户提供更完整的可编程功能范围。最低功能包括以密码将资金锁定在有效的托管服务中的能力。在这种方法中，英国央行还将在制定智能合约功能标准方面发挥作用。这些标准将确保提供者之间的互操作性，并设置最低的安全标准，但不会规定如何提供服务。

这些支持可编程货币功能的潜在方法都需要进一步的评估，以了解潜在的优势和影响，并确定最佳的方法。

6.5 加密的安全性和使用

CBDC 付款的即时性意味着该系统对于希望窃取资金的黑客或欺诈者而言是一个有吸引力的目标。另外，CBDC 支付系统可能成为敌对攻击的目标，其目的是破坏该系统，并可能破坏更广泛的经济。由于这些原因，CBDC 支付系统的安全性必须是最高标准。

需要特别考虑安全性的两个方面：用户安全性和支付基础设施的安全性。

建立用户安全性需要仔细考虑如何开始付款，如何对用户进行身份验证以及如果用户丢失凭据或私钥，或者被诱骗向错误的收件人付款会发生什么。这种用户安全性的很大一部分将由支付接口提供商自己处理，但是英国央行需要设置最低安全性标准。尽管可以通过多种方法在非常安全的系统背面提供用户友好的界面，但在用户安全性和平台总体上对用户友好的程度之间也需要权衡取舍。

支付基础设施的安全性需求将适用于核心分类账、支付接口提供商、它们提供的覆盖服务以及连接它们的网络。这些服务需要具有抵御网络攻击的能力，并避免具有可针对性的单点故障。系统应该能够从攻击中快速恢复。CBDC 核心账本 and 更广泛的网络需要设计有安全模型，该模型可以不断升级以防御不断发展的威胁。

大多数 DLT 平台的一个共同特点是使用加密技术来验证分类帐副本的准确性、锁定一段时间的资金或直到特定事件发生，或验证特定资金的正确所有者。使用密码学可以增强安全性，但也会带来一些挑战。例如，如果使用私钥对付款指令进行身份验证，但用户的私钥丢失或被盗，则资金可能会永远丢失。因此，将需要围绕私钥存储的高安全性，并且需要一种“冻结”并在丢失了相应私钥的情况下重新发行 CBDC 的机制。

加密安全性在不断发展，各个加密功能会随着时间的流逝而减弱，从而使它们容

易受到攻击者的攻击。随着技术的进步，在 CBDC 中部署的任何加密功能必须继续保持安全，这一点至关重要，这需要具有随时间更改和升级系统使用的特定加密技术的能力。

6.6 基于帐户的方法与基于代币的方法

关于 CBDC 和 DLT 的文献经常讨论基于代币和基于帐户的模型。这些术语通常用作各种独立设计选择的简写，这些选择不一定直接与这两个概念中的任何一个联系在一起。

我们认为，基于代币的系统 and 基于帐户的系统之间的核心区别与基础数据结构和相关的资金转移流程有关：

基于帐户的系统将系统状态记录为帐户列表，每个帐户都有相应的余额。当资金转移时，通过增加和减少相关帐户的余额来更新记录。为了发起转账，帐户持有人需要证明他们的权限，要么证明他们是帐户持有人，要么提供他们持有一些只有帐户持有人应该知道的信息(如密码或私钥)。

相比之下，基于代币的系统将系统状态记录为单个资产（或“代币”）列表，每个资产都有一个可以控制资产的相应“所有者”。这些代币中的每个代币都有一个特定的值（例如 15 英镑），该值不变。为了启动转移，代币的持有者需要证明自己控制代币，通常是通过使用与该代币关联的私钥签署付款指令来进行的。各个代币不能部分用完，而是通常销毁代币并替换为两个新创建的较小代币(总值相同)，其中一个送给接收者（付款），另一个送给发送者（找零）。

我们没有看到基于代币的系统会自动提供匿名性的任何内在原因。基于帐户的系统 and 基于代币的系统都可以配置各种身份解决方案，从完全匿名到假名，再到完全透明，可识别的解决方案。任何 CBDC 都需要与反洗钱义务兼容，排除真正的匿名支付。

在数字形式中，基于帐户的方法和基于代币的方法都无法实现类似现金的转账，在这种情况下，无需参考任何第三方或中介机构即可进行付款。在基于帐户的系

统中，付款人和收款人的帐户需要由账本的操作者借记和贷记。在基于代币的系统中，为了防止双花(double spending)，需要将代币的所有权记录在账本中，并且需要对其进行更新以反映所有权的任何变化。因此，从操作的角度来看，代币或基于帐户的方法都能为 CBDC 提供必要的功能范围。

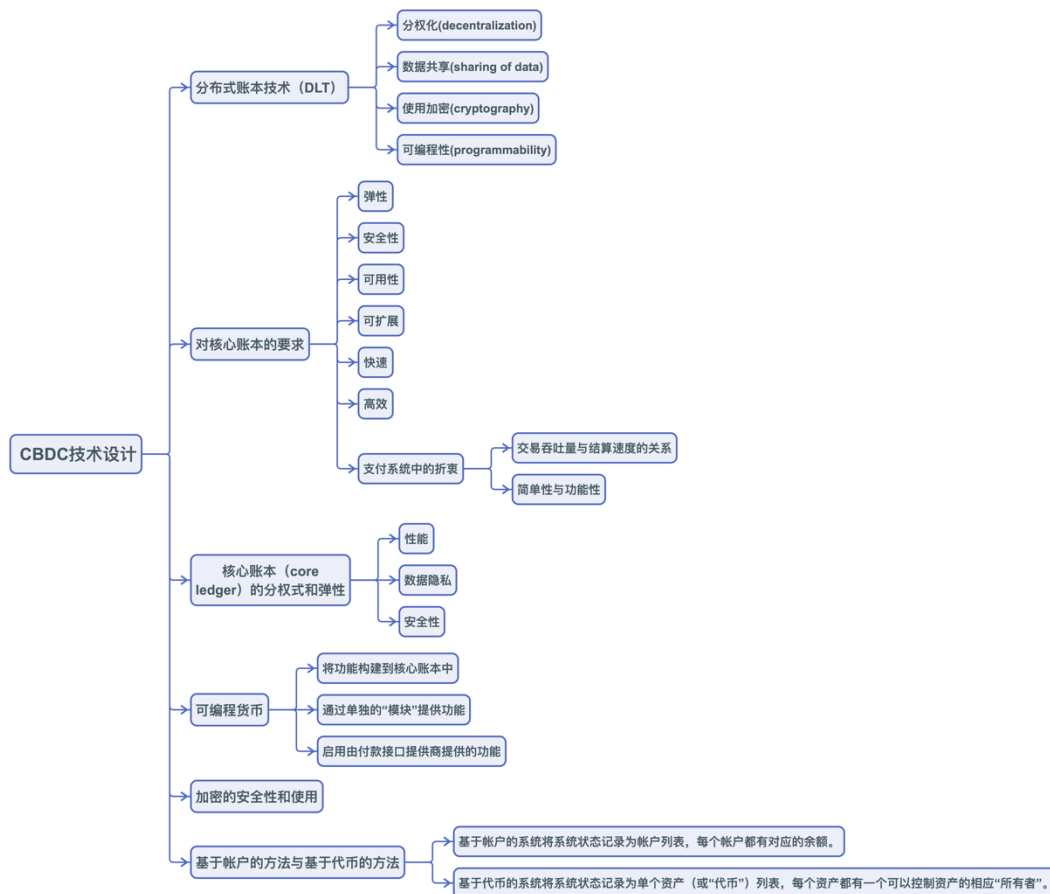


图 6.2 第六章结构图

第七章 CBDC 进一步研究的重点

7.1 概述

显然，在英国引入中央数字货币（CBDC）将给货币政策、金融稳定和支付带来机遇和挑战。在就是否引入零售 CBDC 做出任何决定之前，英国央行需要明确，支付用户，金融体系和整个社会的净收益将超过任何风险。

本文阐述的 CBDC 说明性模型旨在作为进一步讨论和研究的基础，而不是 CBDC 最终设计的蓝图。现在仍然有许多问题需要仔细考虑，CBDC 方面正在进行的工作将集中在以下领域：

- 对支付的影响：考虑到随着经济日益数字化，支付需求正在发生变化，因此了解 CBDC 可以为支付用户和整个经济带来的好处，包括了解 CBDC 如何补充或促进其他改善付款的计划，特别是英国目前正在进行的重大改善计划。
- 对货币和金融稳定的影响：量化 CBDC 对货币政策和金融稳定的好处和影响，并确定减轻任何风险的方法，包括了解对英国央行自身资产负债表和业务的影响。
- CBDC 的功能和提供：制定 CBDC 的设计以最大程度地提高收益和最大程度地降低风险，并确定公共和私营部门的适当角色。
- 技术：了解最适合为 CBDC 提供的技术，包括英国央行如何建立 CBDC，以实现支付方面的重大进一步创新。

下面列出了有关这些领域的更详细的问题。

7.2 了解 CBDC 对付款的影响

如第 2.4 章所述，CBDC 为改善英国的支付环境提供了许多潜在机会。但是，这些机会中的每一个也伴随着挑战，需要仔细考虑。

1. 如何设计 CBDC 以支持英国更具弹性的支付环境？
2. 如何设计 CBDC，以提高支付效率和速度，同时促进竞争和创新？
3. 如何设计 CBDC 以满足未来的付款需求？未来的技术创新和演进（例

如，物联网）将如何改变这些需求？

4. 随着现金作为支付手段的使用量下降，为家庭和企业保留获得中央银行资金的渠道是否重要？
5. 文中尚未讨论的支付领域，CBDC 是否会带来其他机遇或挑战？
6. 哪些因素将决定在英国采用 CBDC 作为支付手段的水平？
7. 3.2 章中描述的设计原则是否全面？这些设计原则之间最重要的折衷是什么？

英国正在采取重大措施来促进电子支付和现金支付的改善。这些举措在附录中概述。英国央行将继续为这些举措提供全力支持，同时认识到它们可以为英国支付领域带来巨大的好处。必须了解 CBDC 将如何与这些现有计划一起工作，以及 CBDC 如何适应更广泛的支付环境。

8. 如何设计 CBDC 来补充其他公共和私营部门的举措，以改善英国的支付方式？
9. CBDC 是否可以在现有举措之外提供独特的利益来改善英国的支付？
10. CBDC 的潜在利益是否可以通过政策杠杆来实现 (a) 影响私营部门以提供更好的支付环境，或 (b) 解决私营部门的市场失灵或协调问题？
11. 通过开发新的创新性私营部门安排（例如稳定币），能否以替代方式实现 CBDC 的潜在利益？

7.3 了解 CBDC 对货币和金融稳定的影响

如第 5 章所述，CBDC 可能会影响银行体系的结构以及英国央行实现其维持货币和金融稳定的主要目标的方式。重要的是要充分了解这些影响以及通过 CBDC 的设计来减轻任何风险的方法。

12. CBDC 可以提供哪些机会来增强货币或金融稳定性？
13. 持有 CBDC 有多少需求？根据本文概述的经济设计选择，需求将如何变化？
14. CBDC 在多大程度上导致银行体系的脱媒？本文介绍的经济，功能和技术设计方案不同，脱中间体的程度如何变化？不同程度的脱媒将如何影响银行和整个金融体系的稳定性？

15. 在现有的货币政策框架下，CBDC 将如何影响货币传导机制和政策制定？
哪些总体分析框架可用于建模 CBDC 将如何影响宏观经济和货币政策
16. 实施货币政策的最大风险是什么？如何应对这些风险？
17. CBDC 如何影响中央银行提供的常规货币政策工具的组合？有偿的 CBDC 在放宽货币政策的有效下限方面有多有效？
18. 提高支付系统的效率将如何影响宏观经济和货币政策？

7.4 CBDC 的功能和提供

在第 4 章介绍的 CBDC 平台模型中，英国央行将构建一个快速，高度安全且具有弹性的技术平台--核心账本，该平台将为 CBDC 付款提供最低限度的必要功能。这将成为称为支付接口提供商的私营部门公司可以连接到的平台，以便提供面向客户的 CBDC 付款服务。

19. 这种公共-私人支付平台方法的优点和缺点是什么？可以考虑使用哪些替代方法？
20. 是否存在可行的商业模式来激励企业以这种方式提供与 CBDC 相关的支付服务？
21. 第 4.2 章所述的合并账户模型，以及第 4 章所述的替代方法分别有哪些优缺点？

在平台模型中，支付接口提供商将构建“叠加服务”，这不是英国央行核心账本的一部分，但可以为用户提供增值服务。

22. 哪种叠加服务最有用？CBDC 核心账本需要提供哪些功能来实现这些功能？
23. 如何设计 CBDC 以确保企业能够在销售点轻松接受 CBDC 付款？
24. 需要什么来确保 CBDC 在英国的社会各阶层得到包容和访问？
25. CBDC 的适当隐私模型是什么？复制现金的任何隐私方面是否必要或可行？
26. CBDC 是否需要离线支付功能？

7.5 技术、基础设施和进一步创新

如第 6 章所述，为 CBDC 提供的技术应根据最符合我们设计原则的技术进行选择。因此，有必要了解各种不同技术的潜力，以及每种技术之间的权衡。

27. 本文描述了由英国央行运营的核心账本，该账本通过 API 层支持各种支付接口提供程序。这种架构的优点和缺点是什么？我们应该考虑哪些替代架构？
28. 在决定技术方法时会出现哪些主要的取舍？在这些折衷方案中我们应该优先考虑什么？
29. 这种 CBDC 模式的核心账本可以集中化，也可以通过共识驱动的分布式方法来操作。哪个是最佳方法，为什么？
30. CBDC 总账的基于 token 的方法或基于帐户的方法的优点或挑战是什么？有没有哪种方法可以更好地支持特定的用例？有替代方法吗？
31. 可编程货币的关键用例是什么？
32. 哪种架构选择最能支持 CBDC 中的可编程货币功能？最好是通过单独的模块将此功能内置到核心账本中，还是让该功能由第三方提供？有替代方法吗？
33. CBDC 如何支持离线功能？是否有可以在不使任何一方承担信用风险的情况下实现这一目标的技术解决方案？
34. CBDC 对其他创新（例如数字身份解决方案）有什么依赖性？
35. 在 CBDC 的潜在设计中考虑其他哪些未来技术和数字经济创新？这些将如何影响对 CBDC 的未来需求以及设计 CBDC 的潜在方法？

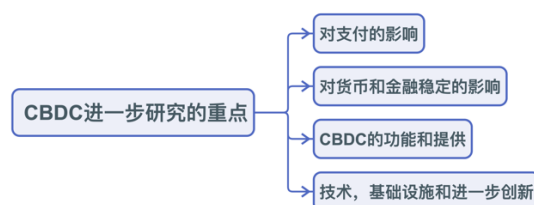


图 7.1 第 7 章结构图

附录：英国改善付款的举措

本附录介绍了英国现有的一些举措，这些举措也将有助于改善这些领域。

联合当局现金战略小组和批发分销工作组

在英国，现金访问权限审查（由 ATM 网络 LINK 委托）得出结论，英国尚未准备好进行无现金支付。它提出了五项建议，这些建议要求：对整个现金系统进行更加协调的监管和监督；新的批发现金基础设施；确保公众能够使用现金服务；现金仍然被广泛接受；而且数字支付是每个人的选择。这些建议中的前两个与英国央行的现金职责直接相关。

英国央行对现金的正式责任是：它是英格兰和威尔士的唯一钞票发行人；它为苏格兰和北爱尔兰纸币的持有人提供有效的保护；并监督如何将钞票分发到批发市场（例如，英国央行和邮局等实体）。因此，在 2019 年，英国央行召集了相关行业利益相关者，以开发一种高效，有弹性和可持续的新的批发现金分配系统，包括在现金量较低的世界中。

为了确保获得现金，公众需要能够提取和存放现金。鉴于在这方面的共同责任，成立了联合当局现金战略小组。它汇集了英国财政部（主席），支付系统监管机构，金融行为监管局和英国央行，目的是为需要现金的人提供支持。

开放银行和 PSD2

开放银行和 PSD2（欧盟的修订后的支付服务指令）要求银行和其他支付服务提供商在客户同意的情况下，以标准化方式，即通过 API 与授权第三方共享客户财务交易数据。这旨在增加银行业的竞争，并使第三方能够创新和创建新的金融产品。此外，客户可以授权这些第三方代表他们自动启动付款。这些指令支持的创新示例包括金融汇总器(它允许客户将他们的帐户信息从不同的供应商通过一个界面,方便客户比较不同供应商的产品),个人财务经理(提供见解对客户消费和在某些情况下提供金融建议),以及支持中小企业财务管理的服务(允许实现发票、跟踪付款和管理工资单等功能的自动化)。

RTGS 更新

英国央行作为英镑 RTGS 服务的运营商，正在寻求通过扩大获得中央银行货币结算的渠道和更新 RTGS 来促进支付创新的方式，这可以降低直接参与国内支付系统的入职成本。2017 年，英国央行宣布，由 FCA 授权的电子货币发行人 (EMI) 和支付机构可以开始申请 RTGS 结算帐户。到目前为止，已有大约六家公司加入，其他公司正在筹备中。

提供更新的 RTGS 的计划旨在增强弹性和促进创新。该服务将为金融机构之间的付款和结算提供一系列新功能。愿景是开发适合未来的 RTGS 服务。这意味着要提高弹性和访问能力，并提供更广泛的互操作性，改进的用户功能并增强英国高价值支付系统的端到端风险管理。第一个主要里程碑将是在 2022 年转向 ISO 20022 消息传递，然后在 2023 年过渡到新的核心账本。

通过开发具有灵活和模块化架构，接近 24/7 的操作能力以及支持自动数据传输的 API 层等功能的 RTGS 服务，英国央行正在努力确保它能够适应并促进支付新业务模式的出现。

现在出现了新的结算系统（例如 Finality），提议发行将由中央银行资金全力支持的数字结算代币，从而实现即时结算。英国央行旨在发布有关新的结算提供商如何以及在什么条件下可以在英国央行开设账户以促进类似的创新批发结算模式的建议。

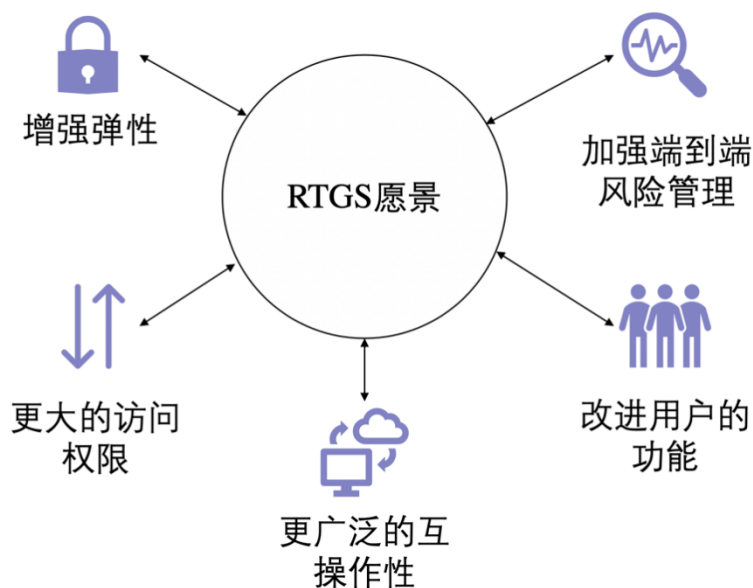


图 8.1 新 RTGS 服务的愿景

资产负债表访问权限审查

英国央行对“金融业的未来”报告的回应是，承诺“在 2020 年就访问英国央行支付基础设施和资产负债表的适当水平进行磋商，包括必要的保障措施”。重点是是否以及如何赋予非银行支付服务提供商（NBPS）隔夜在英国央行存款的能力。至关重要的是，访问必须完全支持系统的稳定性和弹性，同时还应允许进行支付创新。

Pay.UK 的新付款架构

2018 年，英国主要零售支付计划（Bacs，FPS 和支票）的运营商并入 Pay.UK。Pay.UK 现在正在开发“新支付架构”（NPA），以取代现有的银行间零售支付系统，以开发支持即时结算的世界领先的基础设施，以期结束多日清算周期（以 Bacs 为单位）并检查清除），并确保快速且有弹性的 24/7 清除。目标是建立一个易于访问，易于升级和创新的系统，并能够提供支付服务提供商（包括英国央行）可以利用以使其客户受益的新功能。NPA 的成功交付将为银行间支付提供高度灵活的即时支付系统。

HMT 付款审查

在白宫，财政大臣宣布了一项由财政部牵头的对支付领域的评估，该评估汇集了

政策制定者和监管者，以确保监管和基础设施与新的支付模式保持同步。审查的目的是调查英国需要做些什么来消除障碍，支持一个更具弹性和创新性的支付系统，使支付方式更加多样化。这包括可用于支付的方法以及促进这一点的服务和系统。其目标是探讨是否需要支付领域的变化进行修订，以“在未来证明”监管方法的有效性。

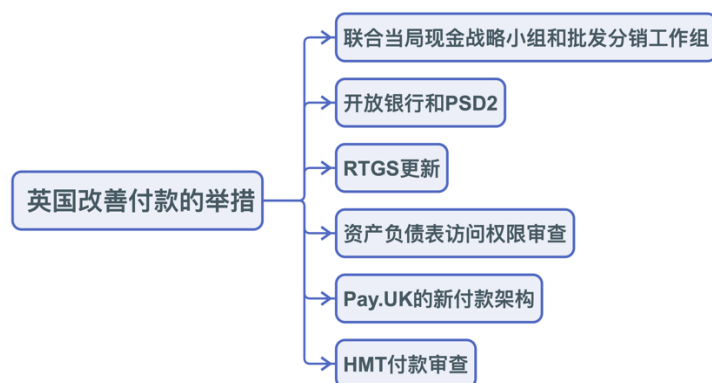


图 8.2 英国改善付款的举措