

未来已来：货币革命

随着信息时代的到来，数字技术应用，如数字货币，已经变得普遍并广泛应用于全球。我们的研究构建了一个模型来代表全球去中心化的数字金融系统，主要使用数学分析和经济模型的工具。在我们的模型基础上，我们分析了不同国家的货币选择及其长期效应。此外，我们还提出了对这种全球数字货币的监管机制，并测试了我们模型的鲁棒性。

首先，我们选择了可能限制或促进数字金融系统的关键因素，并将这些因素整合到收益和成本中。然后，我们建立了成本-收益分析模型，以识别全球去中心化数字金融市场的可行性，这些模型在我们的假设下被简化和合理化。我们通过将层次分析法（AHP）与模糊综合评价法（FCE）相结合，量化了收益和成本。根据这些因素的重要性，我们赋予不同的权重来量化总净收入（NI）。同时，我们还根据这些因素对个人、国家和全球的影响，赋予不同的权重，以量化不同层次的净收入。

其次，我们根据不同国家的意愿和需求分析了不同国家的选择。我们将不同国家简化为小型国家和大型国家，然后参考蒙代尔—弗莱明开放经济理论进行分析并得出结论。此外，我们还考虑了一个国家是否会放弃其本国货币。在这一部分，我们将“不可能三角”引入模型，从而得出结论：如果国家放弃本国货币，那么固定汇率制度可能是最有效的。

第三，我们结合模型分析与现实情况，提出了全球数字货币系统的监管机制。

第四，我们将模型扩展到长期。我们使用逻辑斯蒂模型来模拟银行业前景的变化。从长期来看，银行业几乎会失去所有的表内业务，这意味着它可能转变为一个投资中介。我们将成本-收益模型转化，用以分析该系统在地方、区域和全球三个层面的影响。此外，我们还从国际关系的角度，审视了长期内国家之间的互动。

最后，我们测试了模型的稳定性和敏感性，总结了模型的优点和缺点。此外，我们根据我们的研究成果，为国家领导人撰写了政策建议。

政策建议

尊敬的总统/总理：

感谢您对我们的信任。我们的团队在国际货币委员会（ICM）的支持下设计了一个全球数字货币系统。我们猜测您对我们构建的系统可能有不同的看法。因此，我们有责任向您推荐最佳策略，以确保数字货币系统在贵国的成功运作。

根据我们对成本-收益模型的分析，就自由资本流动和全球金融市场的自由接入而言，新货币系统对于国家和人民而言，具有最大的权重。然而，它也带来了更大的风险成本，因为货币政策的独立性受到影响。存在大量成本，且净收入函数受到国民生产总值和货币流通速度的影响，随着数字货币接受度的提高，这些成本会增加。我们发现了一些有趣的现象，即在系统中，国家随着接受度的提高，在长期内获得最大边际收益，而个人的边际收益可能会下降，这提醒我们需要更加关注安全的维护。以下是我们的建议：

拥有固定汇率

在长期内，接受新的数字货币系统对大经济体和小经济体都是可取的。在我们的设计中，放弃或维持主权货币在数字货币系统中都是可行的。如果贵国放弃主权货币，这意味着放弃主权货币政策。根据不可能三角理论，这意味着贵国的汇率将固定；如果贵国维持主权货币，则浮动利率将带来不可持续的高通胀风险。因此，我们建议贵国实施固定汇率，以确保通胀风险可控。

建立监管节点并完善法律

数字货币金融系统将全球的个人和机构连接成一个网络，具有不可篡改和去中心化的优势，因此我们建议贵国可以与其他国家合作，建立全球监管节点，以便发现犯罪行为并促进税收。此外，法律支持与技术支持同样重要。

保持良好的国际关系

在我们的系统中，各国之间的交流与融合将以前所未有的规模发展。过去被许多人视为零和博弈的情况将不再合理，只有贵国保持与其他国家的良好国际关系，才能最大化数字货币全球化带来的利益。

我们的模型的稳健性

我们的模型基于一些假设，这些假设可能与贵国的实际情况有所不同。贵国及其团队可以根据现实情况制定更具体的操作策略。

我们希望我们的建议对贵国有所帮助，且数字货币系统将成为未来全球发展的理想蓝图。

此致

敬礼

1. 引入

1.1 背景

“所需的是一个基于密码学证明的电子支付系统，而不是依赖信任，使任何两个愿意的方可以直接进行交易，而无需可信的第三方。”

—— 中本聪，比特币的创造者和开发者（摘自其论文）

正如中本聪所说，随着经济全球化的发展，现有的支付系统和货币体系越来越难以满足人们对生产和贸易的需求。人们对由政府控制的货币感到厌烦，不再愿意承受通货膨胀和汇率波动的成本。基于区块链等技术的数字货币是解决这一问题的良好途径。

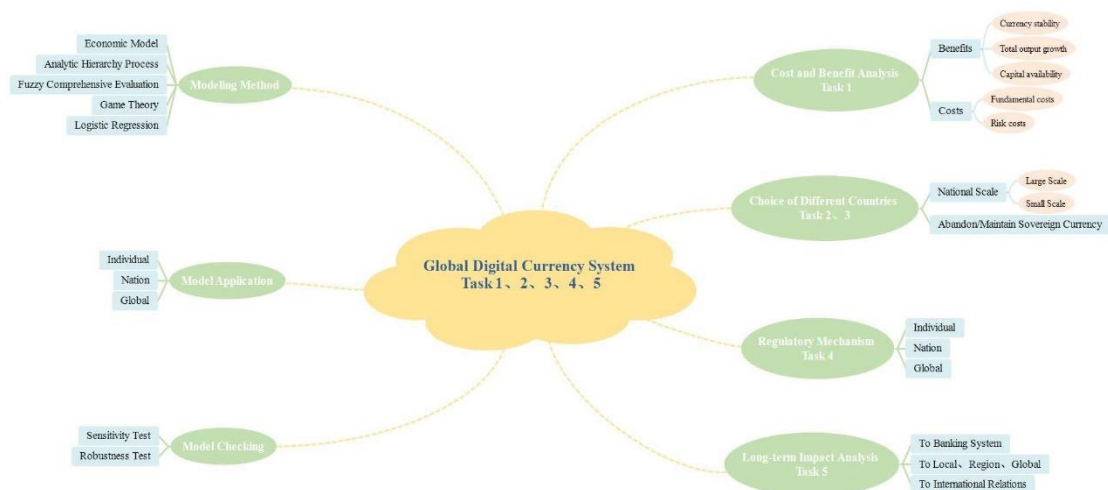
加密货币是数字货币的一个子集，具有隐私性、去中心化、安全性和加密性等独特特征。以比特币为代表的加密货币越来越受到经济学家和银行家的青睐。加密货币的发展和应用已成为金融研究的前沿课题。

在南美的委内瑞拉，政府错误的货币政策给公众带来了极其严重的恶性通货膨胀，人民开始持有比特币以避免通货膨胀的影响，保护自己的财产免受侵蚀。随着时间的推移，人们对数字货币的热情逐渐从私人领域转向官方领域，最近备受关注的央行数字货币就是一个极好的证明。

1.2 问题陈述

为了帮助识别全球去中心化数字金融市场的可行性和影响，我们需要构建一个能够充分代表这种金融系统的模型。在此基础上，我们致力于解决以下问题：

- 任务 1：识别可能限制或促进全球去中心化数字金融市场在个人、国家和全球层面上的增长、准入、安全性和稳定性的关键因素。
- 任务 2：考虑各国的不同需求以及它们在多大程度上愿意与这个新的金融市场进行合作。
- 任务 3：修改现有的银行和货币模型，并考虑它们是否应当放弃本国货币。
- 任务 4：建立对全球数字货币的监管机制。
- 任务 5：扩展我们的分析，考虑这种系统对当前银行业、地方、区域和全球经济以及国际关系的长期影响。



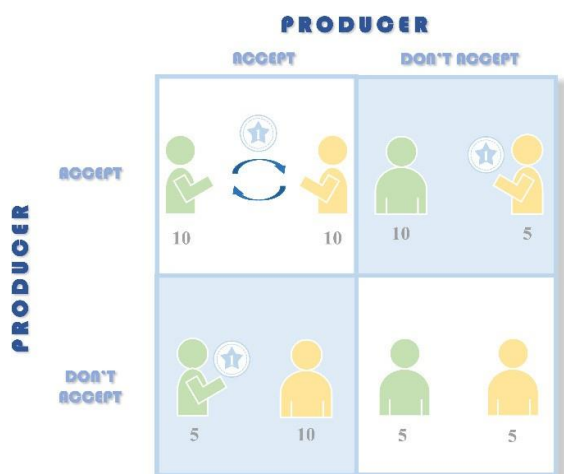
图一：我们的工作总览

2 假设与变量描述

2.1 假设

为了简化问题，我们做出以下基本假设。我们的每个假设都有其合理性，并且与基本事实一致。

- 数字货币的总数是固定的
- 由于编程节点是确定的，因此数字货币的总数也是固定的，也就是说，数字货币的数量是有限的。
- 大多数国家将数字货币作为法定货币。
- 存在像全球中央银行这样的国际组织来管理全球数字金融系统。
- 一个公共组织是必要的，以建立公众信任。货币系统首先是一个社会约定，它的产生是为了在经济交易中建立陌生人之间的信任。我们使用博弈论来分析这个过程，如图



只有当现有货币系统得到人们的信任时，才能达到纳什均衡，而中央银行作为引导公众信任的存在是必要的。

图 2：关于中央银行必要性的博弈论分析

2 所示。只有当交易者确信现在使用的符号性物品将在未来被其他交易者接受时，这种信任机制才能得以维持。

- 一个公共组织是必要的，以监督全球数字金融系统
- 市场环境完全开放，元素可以自由流动。

2.1 术语、定义和符号

变量	含义
V	货币交易速度
σ_0	基本商品篮子的价值
σ	货币的购买力，指的是单位货币中所包含的商品篮子内容
$S(w, \sigma)$	货币稳定性的回报
w	数字货币的接受程度
θ	数字货币体系下资本使用效率
K^*	全球数字货币使用后资本使用效率的提高
K	全球数字货币使用前的资本使用效率
L	劳动投入
R_T	我们的数字货币系统的总回报
R_i	货币稳定性、产出增长和资本可得性的回报
C_f	数字货币系统的隐性成本
C_r	系统风险导致的成本
NI	数字货币系统的净收入
P_{r_0}	银行业在初始时刻的利润

3 基本模型分析

3.1 货币稳定性的回报度量 R_1

我们的假设假定数字货币的总数量是固定的，但货币需求不断增加。最终，系统中必然会出现通货紧缩。我们尝试根据生产力水平来设定货币的价值，以确定通货紧缩的程度。最后，我们希望利用货币稳定性来衡量数字货币系统的回报。

3.1.1 货币价值模型

首先，我们尝试使用货币经济学中的交换方程来定义每个数字货币的价值：

$$MV = PT \quad (1)$$

其中， PT 表示名义支出的水平， M 被视为固定参数。价格指数与货币价值互为倒数。同时，我们定义了一个新的参数 σ_0 ：

$$\sigma_0 = P \times \sigma \quad (2)$$

- σ_0 ——基本商品篮子的价值

- σ ——货币（货币的购买力，即单位货币中包含的一篮子商品的内容）

通过简单计算，将方程（1）和方程（2）结合，我们可以得到方程（3）：

$$\sigma = \frac{\sigma_0}{M} \times \frac{T}{V} \quad (3)$$

国家生产总值（GDP）由三个部分组成：一年内生产的商品和服务。如果 Y 代表国民收入（GDP），那么这三部分的用途：消费、投资和政府采购可以表示为：

$$\bar{Y} = C(Y - \bar{T}) + I(r) + G \quad (4)$$

- Y ——国民总收入或产出， $C(Y - \bar{T})$ ——可支配收入， \bar{T} ——固定税收， $I(r)$ ——投资， G ——政府固定购买金

$$\begin{cases} \sigma = \frac{\sigma_0/M}{V(t)} \times Y \\ Y = C(Y - \bar{T}) + I(V) + \bar{G} \end{cases} \quad \frac{dI}{dr} < 0 \quad (5)$$

可以看出，一种货币的价值 σ 仅与 r 、 Y 和 $V(t)$ 有关。它随着货币的增长而增加，随着货币加速贬值而减少，这与实际的金融操作环境是一致的。因此，维持货币价值的稳定有助于保持全球货币体系的稳定。

3.1.2 货币稳定性的回报度量 R_1

我们定义如下新的函数（6）来衡量货币稳定性的回报 R_1 ：

$$S(w, \sigma) = \left(1 - \left| \frac{\sigma_t - \sigma_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| \right) \cdot w \quad (6)$$

- $S(w, \sigma)$ ——货币稳定性的回报
- w ——数字货币的接受度程度
-

3.2 产出增长的回报度量 R_2

我们认为，随着数字货币的使用，国际结算的便利性将促进国际资本流动的加速。我们引入一个新函数 $Y(V_t, w)$ 来衡量输出的增长 R_2 。

现在我们定义一个函数，用于描述新系统下资本的自由流通率：

$$\theta = f(V_t) \quad \frac{d\theta}{dV_t} > 0, \theta > 1 \quad (7)$$

- θ ——数字货币体系下的资本使用效率

显然，我们可用 θK 来表示真实的使用效率 K^* ：

$$K^* = \theta K \quad (8)$$

- K^* ——全球数字货币使用后，资本使用效率的提高

- K ——全球数字货币使用之前的资本使用效率

我们试图引入科布-道格拉斯生产函数来描述资本流动效率对产出的影响：

$$Y = F(K, L) = AK^\alpha L^\beta \quad (\alpha + \beta = 1, \alpha > 0, 1 > \beta > 0) \quad (9)$$

- Y ——总生产量（指一年或 365.25 天内生产的所有商品的实际价值）
- K ——资本投入
- L ——劳动力投入
- A ——全要素生产力

通过将公式（8）和公式（9）结合起来，可以很容易地得到如下的公式（10）：

$$Y^* = F(\theta K, L) = A(\theta K)^\alpha L^\beta \quad (10)$$

$$Y^* = \theta^\alpha Y \quad \theta > 1, \alpha > 0 \quad (11)$$

$$Y^* > Y_0 \quad \text{规模报酬递增}$$

- α ——资本在产出价值中的份额
- β ——劳动在产值中的份额

公式（11）表明，资本在全球范围内的自由流动导致了总产出的增加。

3.3 资本可得性回报的度量 R_3

在全球数字货币体系下，支付方式必须发生重大变化。我们将其有利影响视为资本的可得性。在全球数字货币体系中，资本成本将波动在一个合理的范围内，我们将讨论长期和短期的情况。我们希望使用经济供需模型来展示我们的分析。

3.3.1 短期模型

在任何区域市场中，如果利率 r 比均衡利率 r^* 大，该地区将吸引来自其他地区的资本流入，导致该地区的资本供应超过资本需求，从而导致当地的利率下降。

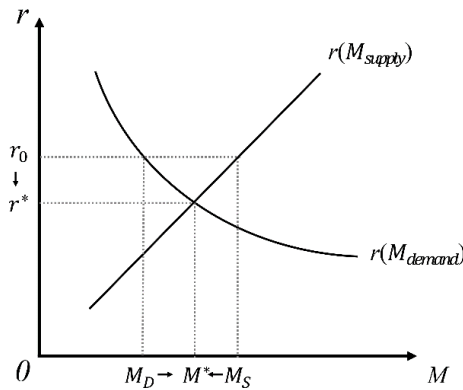


图 3：短期利率分析

3.3.2 长期模型

由于数字货币的总量是固定的，随着资本需求的持续上升，利率可能会上升。在此情况下，中央银行可以通过政策调控来改变货币流通速度。

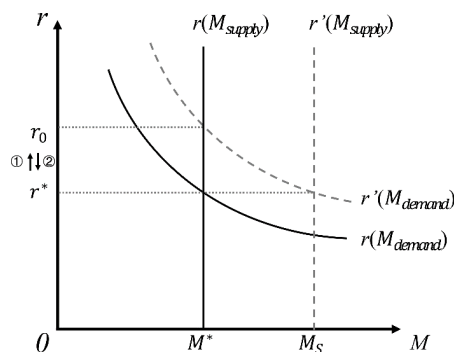


图 4：长期利率分析

现在我们将公式（5）的一部分更新为公式（12）。

$$\sigma_i = \frac{\sigma_0/M}{V(t)} \times Y \quad (12)$$

当 $V(t)$ 下降时， σ_i 增加。

公式（5）也可以展示为如下形式：

$$P = \sigma_0/\sigma_i \quad (13)$$

$$\frac{M}{P} = L(r, Y) \quad (14)$$

$\frac{M}{P}$ 与 r 成反比，和 Y 成正比。

中央银行可以通过货币政策调整将货币供应量从 M 调整为 M^* ，使得 r_0 下降到均衡水平 r 。

总之，在全球数字货币系统下，资本价格受一个相对稳定的 r^* 影响，而 r^* 在基准利率附近波动。

3.4 总体的回报模型

基于第 4.1 节到第 4.3 节的分析，我们的数字货币系统的总回报可以表示为公式（15）。

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 \quad (15)$$

- R_T ——我们数字货币系统的总回报
- R_1 ——货币稳定回报
- R_2 ——产出增长回报
- R_3 ——资本可得性回报

然后，我们认为数字货币系统的总回报也可以分为三个部分，包括个人回报、国家回报和全球回报。它们可以表示为公式（16）：

$$R_T = \varphi_1 R_{\text{个人}} + \varphi_2 R_{\text{国家}} + \varphi_3 R_{\text{全球}} \quad (16)$$

- $R_{\text{个人}}$ ——个人回报
- $R_{\text{国家}}$ ——国家回报
- $R_{\text{全球}}$ ——全球回报

我们引入**模糊评价法（Fuzzy Evaluation Method, FCE）**来评估来自个人、国家和全球的风险因素。下面是单因素系数矩阵。

表 1：因子 $R_{\text{个人}}, R_{\text{国家}}, R_{\text{全球}}$ 的从属度

从属度	$R_{\text{个人}}$		$R_{\text{国家}}$		$R_{\text{全球}}$	
	大 (v_1)	小 (v_2)	大 (v_1)	小 (v_2)	大 (v_1)	小 (v_2)
R_1	0.2	0.8	0.6	0.4	0.1	0
R_2	0.3	0.7	0.7	0.3	0.9	0.1
R_3	1	0	0.4	0.6	0.1	0.9

$$R_{\text{个人}} = \begin{pmatrix} 0.2 & 0.8 \\ 0.3 & 0.7 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, R_{\text{国家}} = \begin{pmatrix} 0.6 & 0.4 \\ 0.7 & 0.3 \\ 0.4 & 0.6 \end{pmatrix}, R_{\text{全球}} = \begin{pmatrix} 0.1 & 0 \\ 0.9 & 0.1 \\ 0.1 & 0.9 \end{pmatrix} \quad (17)$$

$$A = (R_1, R_2, R_3) = (0.45 \quad 0.32 \quad 0.2) \quad (18)$$

$$A \cdot R_{\text{个人}} = (0.395 \quad 0.605) \quad (19)$$

$$A \cdot R_{\text{国家}} = (0.595 \quad 0.405) \quad (20)$$

$$A \cdot R_{\text{全球}} = (0.785 \quad 0.215) \quad (21)$$

根据最大从属度原则，我们可以得到以下结论：

$$R_T = 0.395 R_{\text{个人}} + 0.595 R_{\text{国家}} + 0.785 R_{\text{全球}} \quad (22)$$

3.5 总体的成本模型

考虑到全球数字货币系统可能的成本，我们将整个代价分解为两部分：基础成本 c_f 和风险成本 c_r 。在此模型中，我们同样试图使用**模糊评价法（Fuzzy Evaluation Method, FCE）**来定量分析整个模型的回报。

- c_f ——数字货币系统的隐藏成本，包括数字货币的获得（采集），消费，和维持系统运转的隐形外部成本，等等。
- c_r ——包括由网络技术，独立性受损和恶意操作带来的不可控因素。
 - a_1 ——互联网的不可控因素，比如由政府或网络组织系统的技术失误带来的个人账户被盗，数据泄露以及系统崩溃。
 - a_2 ——独立性受损。指国家在某种程度上已经失去了货币政策的独立性。面对非对

称冲击，国家个体无法像以前那样推动独立、有效的货币政策来进行宏观调控。与此同时，一体化还将加速全球金融风险的传播。

➤ a_3 ——恶意操纵。

基于上述考虑，我们分别考虑个人、国家和全球层面的风险，它们分别是 C_{r_1} 、 C_{r_2} 和 C_{r_3} 。通过简单的分析，我们可以如下增强这些指标：

表 2：因子 $C_{r_1}, C_{r_2}, C_{r_3}$ 的从属度

从属度	C_{r_1}		C_{r_2}		C_{r_3}	
	大 (v_1)	小 (v_2)	大 (v_1)	小 (v_2)	大 (v_1)	小 (v_2)
a_1	0.9	0.1	0.7	0.3	1	0
a_2	0	1	1	0	0.6	0.4
a_3	0.7	0.3	0.8	0.2	1	0

$$C_{r_1} = \begin{pmatrix} 0.9 & 0.1 \\ 0 & 1 \\ 0.7 & 0.3 \end{pmatrix}, C_{r_2} = \begin{pmatrix} 0.7 & 0.3 \\ 1 & 0 \\ 0.8 & 0.2 \end{pmatrix}, C_{r_3} = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0.6 & 0.4 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}, A = (a_1 \ a_2 \ a_3)$$

$$S_i = C_{r_j} \cdot A \quad (23)$$

$$S_1 = A \cdot C_{r_1} = (0.59 \ 0.41)$$

$$S_2 = A \cdot C_{r_2} = (0.81 \ 0.19)$$

$$S_3 = A \cdot C_{r_3} = (0.88 \ 0.12)$$

根据最大从属度原则，我们可以得到以下结论：

$$C = C_f + 0.59C_{r_1} + 0.81C_{r_2} + 0.88C_{r_3} \quad (24)$$

3.6 总体的评估模型

基于我们之前构建的总体回报模型和总体成本模型，为了识别全球去中心化数字金融市场的可行性，我们可以根据对不同层面的重要性来定义一些新的权重：个人、国家和全球。这样做是为了评估净收入，并确定我们的数字货币系统的可行性。

$$NI = \sum_{k=1}^n R_k - \left(C_j + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \lambda_i C_{r_j} \right) \quad (25)$$

我们采用层次分析法（AHP），得到了 R_1 、 R_2 、 R_3 以及 a_1 、 a_2 、 a_3 对净收入（NI）的权重如下：

表 3：AHP 权重和影响

	R_1	R_2	R_3	a_1	a_2	a_3	影响
R_1	1	1/3	4	1/4	3	1/2	0.1238
R_2	3	1	3	1/2	5	2	0.2484
R_3	1/4	1/3	1	1/5	2	1/3	0.0638
a_1	4	2	5	1	4	2	0.3472
a_2	1/3	1/5	1/2	1/4	1	1/3	0.0499
a_3	2	1/2	3	1/2	3	1	0.1669

$$NI_{\text{个人}} = 0.395[0.1238S(Y, w) + 0.2484Y(V_t, w) + 0.0638M(r, w)] - C_f - 0.59 \times 0.3472C_{r_1}(w)$$

$$NI_{\text{国家}} = 0.595[0.1238S(Y, w) + 0.2484Y(V_t, w) + 0.0638M(r, w)] - C_f - 0.81 \times 0.0499C_{r_2}(w)$$

$$NI_{\text{全球}} = 0.785[0.1238S(Y, w) + 0.2484Y(V_t, w) + 0.0638M(r, w)] - C_f - 0.88 \times 0.1699C_{r_3}(w)$$

NI ——数字货币体系的净收入

4 不同国家的选择

4.1 因规模而不同的选择

假设

- 我们根据经济规模将国家划分为大国和小国。
 - **大国：**经济体量占世界经济的相当比例，能够影响世界市场，引领世界市场利率 r^* 的形成。
 - **小国：**在开放的世界市场中只占一小部分，因此其对世界利率的影响可以忽略不计。小国只能成为世界利率 r^* 的接受者。

不同国家有不同的货币传导机制，但它们对新型数字货币金融系统的需求是相同的，例如稳定性和经济增长。考虑到：

$$Y = C(Y - T) + I(r) + G + NX \quad (26)$$

$$NX = Y - C(Y - \bar{T}) - \bar{G} - I(r) \quad (27)$$

$$Y - C(Y - \bar{T}) - \bar{G} = S \quad (28)$$

4.1.1 大国

$$NX = S - I(r) \quad (29)$$

$$NX = CF(r) \quad (30)$$

$$S = I(r) + CF(r) \quad (31)$$

在大国，利率由内部决定，借贷资本由国内外投资对利率的函数决定。它们可以如下展示：

$$T = I(r) + \bar{G} + CF(\bar{r}) \quad (32)$$

- S ——可贷资金
- $CF(r)$ ——净资本流出

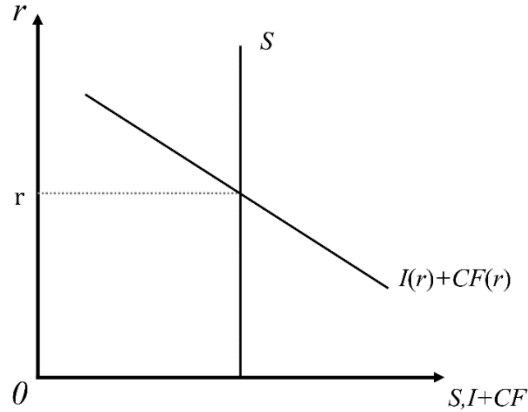


图 6：大国选择分析

I 和 CF 都会受到 r 的负面影响。当 r 上升时， Y 会更快下降，弹性的增加将导致 r 不会过度上升，于是 Y 不会下降太多，最终 r 将达到一个理想的平衡水平。

对于大国来说，在数字货币金融体系下，利率稳定和经济增长将得到保障，同时它们的资本需求也将得到满足。

4.1.2 小国

$$NX = S - I(r) \quad (33)$$

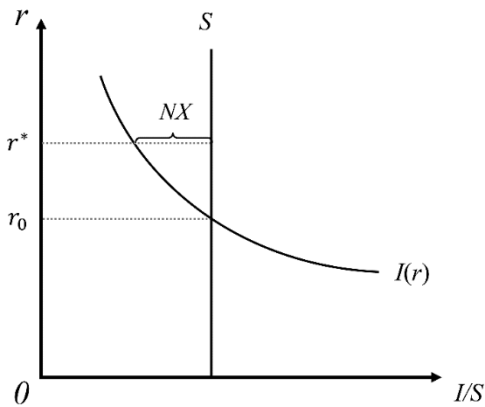


图 7：小国选择分析

当 $S > I(r)$ 时， $S - I(r) = NX > 0$ ，过量的可借出资本将流向境外，这对于国家的人们来说将会是一笔可观的收益。

当 $S \leq I(r)$ 时，国家的可贷资金将全部在国内消费，这对公众来说也未尝不可。

总的来说，在小国，数字货币金融体系使得利率相对稳定，经济增长，需求将得到满足。

4.2 是否放弃国家货币

假设：

- 只有少数国家不放弃原有的国家货币，国家 A 是其中之一，我们假设该国货币与全球货币之间的汇率为 ε_i 。
- 长远来看，就业充足，资本量固定。

我们正试图引入不可能三角理论来分析不同国家在数字货币体系下的选择。众所周知，一个国家不可能同时实现以下三个目标：资本流动性、固定汇率和独立的货币政策。很明显，在我们的数字货币体系中，资本流动自由，而货币政策不独立。

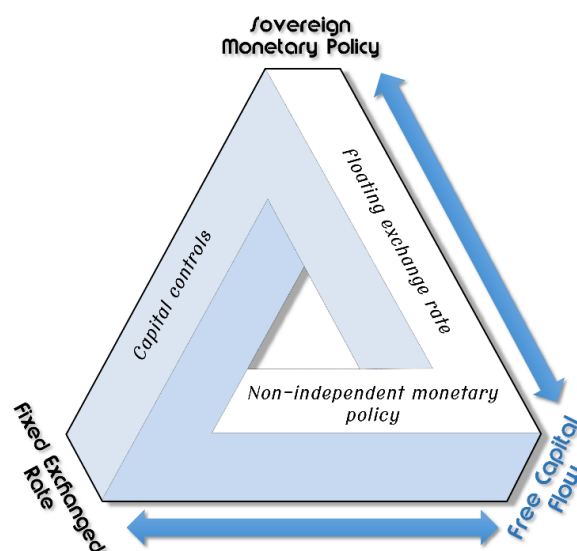


图 5：不可能三角理论

4.2.1 放弃国家货币

对于那些选择放弃本国货币，成为全球数字货币体系一部分的国家来说，它们的货币政策将不再是独立的，它们将与数字货币保持固定汇率。在与使用国家货币的国家进行交易时，它们使用一篮子商品价值作为汇率。

4.2.2 不放弃国家货币

浮动汇率

当 r 下降时， CF 随之升高，由于 NX 与 CF 相等，故而 ε 会减小。

- NX ——净出口
- CF ——净资本流出
- ε ——汇率

在短期内， NX 将增加， Y 也随之增加，然后 ε 持续下降，最终商品价格将上升。

固定汇率

在这种情况下，货币政策、贸易和全球中央银行的监管只有有限的影响，且其影响几乎可以忽略不计。

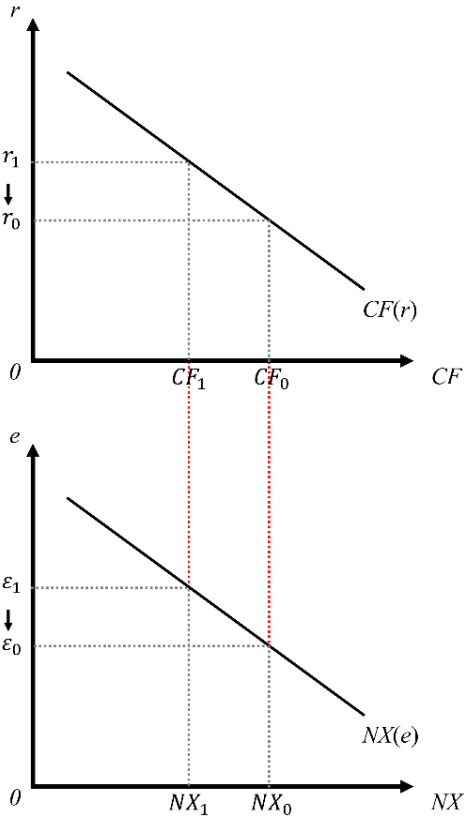


图 8：浮动汇率模型

由于国家 A 的中央银行使用规定来实现固定汇率，它将覆盖进出口的影响，Y 水平将不会改变。然而，中央银行调节汇率通常只有两种方式，即外汇储备和盯住汇率制度。由于在数字货币体系下外汇储蓄的限制，通过外汇储蓄进行的调节影响将接近有效。因此，像 A 国这样的国家只能选择盯住汇率作为固定汇率的唯一方法，以便以较低成本稳定价格水平，避免货币不稳定造成的问题。

5 监管机制的设想

在我们设计的全球数字和货币金融体系中，泛化、去中心化和电子化是其最大的特点，这也是与当前法定货币体系的最大区别。这一根本区别也引发了我们对监管的思考。

当前的主权国家货币体系由国家信用支持，货币由中央银行发行和调节。所有属于该体系的国家自然拥有多种监管措施来检测和观察货币的流通和增加。在全球数字金融体系中，中央银行不再是电子货币发行的主体。电子货币的基本技术特性给人们带来了天然的信赖，国家的信用支持不再有用。

此时，当前的监管体系将不再适用于未来。我们设计了一个数字货币监管框架，以确保这项技术创新不会成为犯罪的温床。我们的数字货币监管框架将在全球、国家和个人层面发展。

5.1 全球层面

首先是全球层面。在未来的全球数字和货币金融体系中，全球中央银行管理下的账户系统使每个人都成为数字货币金融体系中的一个节点，其原理类似于区块链技术中的节点概念。与现有的区块链技术应用（如比特币）不同，我们的系统将有一个上帝节点，即全球中央银行。上帝节点将比其他个人或机构节点拥有更高的权威。这个节点不属于任何国家，由全球主权国家共享，但由类似联合国的国际组织运营和管理。其主要功能是协调跨国犯罪的监管调查和数据分析。为确保超级节点不被滥用，必须有一部国际公法来全面管理其权威和管理。

5.2 国家层面

其次是国家层面。在我们设计的全球数字和货币金融体系中，国家监管机构也将拥有自己的二级超级节点，其权利和功能与全球超级节点相似，但权限范围限于国内市场经济参与者和公民。从这个角度来看，为确保国家治理的有效性和犯罪预防的及时性，国家监管机构的次级超级节点将有权穿透国家数字货币网络中的整个节点，可以有效跟踪和干预非法交易行为，如跟踪活动和冻结非法数字货币资产。在这个层面上，移除[...]需要法律保护作为辅助，以维持国家层面数字系统的合理运作。

5.3 个人层面

最后是个人的层面。在我们设计的系统中，税收等通常与系统效率相关的事物将变得更加负担得起和有效。这是因为全球和机构账户在网络中相连，税务逃避将更容易被监管机构检测到。此外，数字货币的记账特性将使个人能够在权限范围内读取历史交易记录，然后更好地跟踪，以保护个人财产，并监督相关政府部门的资金流动程序。

5.4 结论

总的来说，在我们的全球数字金融体系中，只要实施相关的数字货币监管框架，就可以确保在个人、国家和全球层面上不会缺乏监管。我们设计的技术和相关法律将塑造一个透明高效的世界，资产和数据的流动都将在我们的监控范围内，甚至创造效率更高的金融系统。

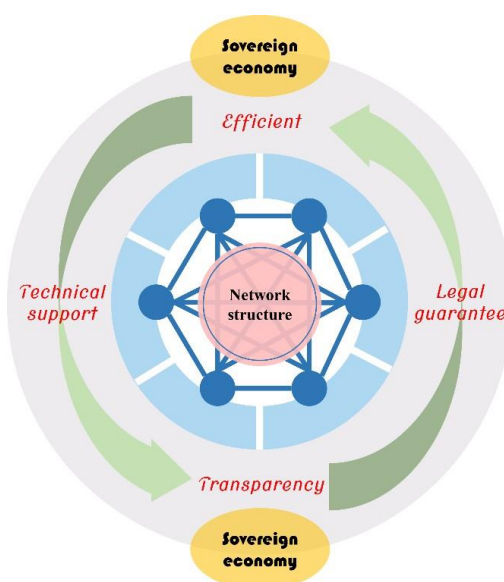


图 10：监管体系构想图

6 动态分析

6.1 对银行业长期影响

在本节中，我们希望考虑这类系统对当前银行业、地区和世界经济以及与国际社会的国际关系的长期影响。

假设：

- 在数字货币市场推广之前，银行业的表内业务利润以固定的增长率 g_0 增长。

$$Pr = Pr_0(1 + g_0), \frac{dPr}{dt} = g_0, Pr(0) = Pr_0 \quad (34)$$

- Pr_0 ——初始时刻银行业的回报率，假设它以固定的增长率 $g(w)$ 增长。

在数字货币市场的推动下，银行业表内业务利润随着数字货币市场的推动以 $g(w)$ 的变化率增长；银行内部业务的重要性会越来越小，直到银行转型为投资中介机构，并且 $g(w)$ 随着 w 的增加而减少。

$$\frac{dPr}{dt} = g(w) \cdot Pr, Pr(0) = Pr_0 \quad (35)$$

- 从长期来看，当 $w = w_m$ 时，银行表内业务收入将不再扩大。

分析

基于以上假设，我们可以定义 $g(w) = g - mw \left(g > 0, m > \frac{w_m}{2} \right)$ ， m 是一个固定的数，然后

我们定义 $m = \frac{g}{w_m}$ 。

$$g(w) = g - \frac{g}{w_m} \cdot w \quad (36)$$

$$\frac{dPr}{dt} = Pr \cdot g - \frac{g}{w_m} Pr \cdot w \quad (37)$$

$$\frac{dPr}{dt} = Pr \cdot g \left(1 - \frac{w}{w_m} \right) \quad (38)$$

然后，我们尝试用编程来模拟这个公式。

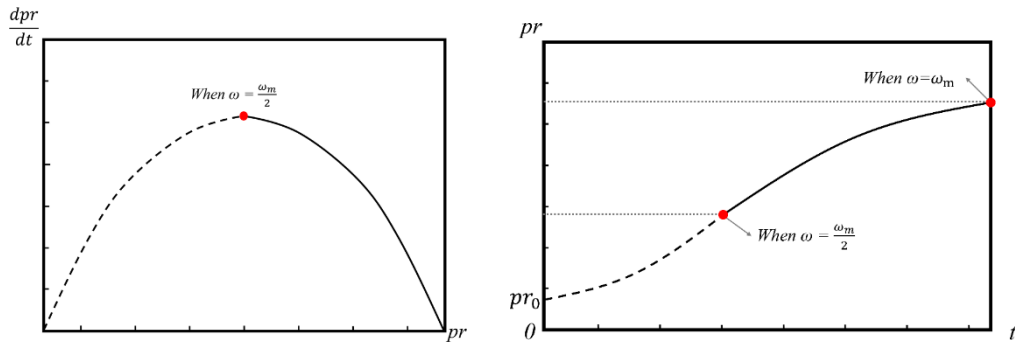


图 11: 对银行系统的长期影响

从图和公式可知，长期来看，银行的业务增长率将降至零，银行将向投资中介机构转型。

6.2 对不同地区的长期影响

为了简化分析，我们将局部 E_{local} 的长期影响视为局部所有个体影响总和的平均值。同样，我们将区域宗教 E_{local} 的长期影响视为等级内所有国家影响总和的平均值。

$$E_{local} = \frac{\sum_{i=1}^n N I_{individual}}{n}, E_{religion} = \frac{\sum_{i=1}^n N I_{nation}}{n} \quad (39)$$

在数字货币体系中，我们可以从前面的分析中得出 $r = r^*$ ，根据生产函数

$$Y = F(L, K)$$

它们接近基准利率水平 r_0 。从长远来看，我们可以得出这样的结论：

$$L = \bar{L}, K = \bar{K}, Y = \bar{Y}$$

很容易知道， v_t 和 w 是正相关的。所以当我们考虑 w 的范围时，我们可以假设在长期 $\lim_{t \rightarrow \infty} w = w_m$ ，通过 w 在 $NI_{individual}$ ， NI_{nation} 和 NI_{global} 中的偏导数，我们得到如下系数矩阵

$$\frac{\partial NI_{individual}}{\partial w} = 0.048901 \frac{\partial S}{\partial w} + 0.073661 \frac{\partial Y}{\partial w} + 0.97183 \frac{\partial M}{\partial w} - 0.20484 \frac{\partial C_{t_1}}{\partial w} \quad (40)$$

$$\frac{\partial NI_{nation}}{\partial w} = 0.073661 \frac{\partial S}{\partial w} + 0.147798 \frac{\partial Y}{\partial w} + 0.037961 \frac{\partial M}{\partial w} - 0.040419 \frac{\partial C_{t_2}}{\partial w} \quad (41)$$

$$\frac{\partial NI_{global}}{\partial w} = 0.097183 \frac{\partial S}{\partial w} + 0.194994 \frac{\partial Y}{\partial w} + 0.050083 \frac{\partial M}{\partial w} - 0.149512 \frac{\partial C_{s_s}}{\partial w} \quad (42)$$

系数矩阵如下：

$$\begin{bmatrix} -0.03263 \\ 0.219001 \\ 0.192748 \end{bmatrix} \Leftarrow \begin{bmatrix} 0.048901 & 0.098118 & 0.25201 & 0.204848 \\ 0.073661 & 0.147798 & 0.037961 & 0.040419 \\ 0.097183 & 0.194994 & 0.050083 & 0.149512 \end{bmatrix} \quad (43)$$

以下是我们的解释：

- 从长期来看，随着 w 的增加，国家层面在全球数字货币体系中获得的边际效益最大，从全球和国家的角度来看，国际货币体系带来的盈利能力在边际收益中所占的份额最大。我们的模式符合实际情况
- 从风险成本的角度来看，国家层面的风险小于全球和个人层面，因为国家的主要风险成本是货币政策独立性受损的潜在风险。从长远来看，各国可以通过区域合作来减少这种影响。
- 值得注意的是，个人收入水平在整个系统中边际效益最小，呈现出较小的递减效应。结合现实分析不难发现，数字货币对个人的主要效用，如资金的可获得性、支付方式更加灵活的便利性等，往往是短期效应，而数字货币体系给个人带来的风险则是长期存在的。

在我们的假设下，接触到对当地的影响，我们可以认为从长期来看，数字货币给当地带来的边际效益可以忽略不计，我们应该更多地从提高安全性的角度来考虑，以降低风险。

6.3 对国际关系的长期影响

随着全球数字货币体系的不断发展，政治关系也将发生变化。特别是国家间的国际关系。在现有的地缘政治学基础上，对国与国关系的研究大致有**现实主义**、**自由主义**和**建构主义**三种派别。现实主义从霍布斯的零和观点来看待问题，受到许多国家的重视。它的基本观点是，世界总是处于国家冲突之中。对一个实体有利的必然对另一个实体有害，没有中间地带。可能会有一些合作的机会(例如，北约这样的联盟)，但这种合作往往是短暂的，并且有很强的重点。芝加哥大学教授 John Mearsheimer认为，在一个人民之间没有等级制度的无政府世界里，各国不断寻找机会，以获得超越竞争对手的权力，因为它们必须完全依靠自己来获得安全。这无疑是一种悲观的看法，但它对我们有很大的启发。

在我们设计的数字货币体系中，世界各国将通过超主权的数字货币更好地联系在一起，世界上所有的经济个体都将成为全球数字货币网络中存在的节点。经济网络化不仅会促进经济交流，还会使政治、文化、外交、军事、教育等方面的交流更加频繁。正如前文所述，未来许多国家仍然存在根深蒂固的零和博弈，这种思维在数字货币世界将受到强烈冲击。

基于加密体系的数字货币体系具有地缘政治理论所缺乏的显著优势，即身份和目的的共识。这种身份和共同目标是建立在技术框架和法律保障之上的，它超越了主权的信任。由于这种影响，国际关系将继续朝着一体化与合作的方向发展。国家间的对抗将会减少。这也符合当前世界经济的发展趋势。在政治的主流趋势下，国家之间的冲突将会减少。同时，数字货币在反恐经济活动、反洗钱、反腐败等方面的优势，也有望解决恐怖活动、民族分裂运动等全球性敏感问题，这也将减少地区摩擦，促进国家间的国际关系。

7 模型测试

我们构建了一个代表全球去中心化数字货币体系的模型。我们的模型基于对数字货币体系的合理假设和特征，也结合了客观事实和经济学原理，如不可能三角理论。由于我们在构建模型的过程中并不依赖于特定的数据，所以当数据发生变化时，我们的结果可以转化为与现实相对应的新结果。无论我们向模型中加入一些数据还是去掉一些数据，模型的结果都不会有很大的波动，说明我们的模型稳定性好，敏感性弱。

运用模糊综合评价法(CFE)和层次分析法(AHP)对全球数字货币体系中收益和成本的影响因素进行了量化。考虑到所采用的工具在权重的确定上具有很强的主观性，因此采用层次分析法进行动态分析。根据计算机测试的结果，我们可以发现，当因子 w 增加时，函数表达式更加准确。

基于上述稳定性和敏感性分析，我们的模型是具有鲁棒性的。

8 优势和劣势

优势

- 我们运用**模糊综合评价法(FCE)**和**层次分析法(AHP)**等科学方法逼近模型参数。
- 我们的全球数字货币体系模型考虑了各种因素。
- 我们的模型建立在可靠的经济学理论基础上，并结合数字货币的现实特点。

- 根据经济学中变量的特点，我们考虑了长期和短期的不同情况。
- 我们对这一制度的监管机制提出了自己的想法。
- 我们将模型扩展到长期，并从不同的层面和角度分析其影响。

劣势

- **层次分析法**的两两比较准则矩阵中的值设置有一定的主观性。
- 在对不同国家的分析中，我们对国家类型进行了粗略的分类。
- 在建立模型的过程中，我们对现实进行了假设和简化，但这些简化可能会留下一些误差。
- 有些模型只是理论上的推论，缺乏可检验的数据。

9 文献参考

- [1] Paul Krugman. O Canada: A neglected nation gets its Nobel [J]. Slate, Oct 19, 1999.
- [2] Stephanie Lo and J. Christina Wang, Bitcoin as Money? [J]. Current Policy Perspectives, 2014.
- [3] Satoshi Nakamoto. Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System [J/OL]. www.bitcoin.org, 2008.
- [4] N. Gregory Mankiw. Macroeconomics, Ninth Edition [M]. New York: Worth Publishers, 2016.
- [5] Michael Bordo and Andrew Levin. Central Bank Digital Currency and the Future of Monetary Policy [J]. Economic Journal, 2017.
- [6] Paul A. Samuelson. An Exact Consumption-Loan Model of Interest with or without the Social Contrivance of Money [J]. The Journal of Political Economy, Vol. 66, No. 6, 1958.
- [7] Aleksi Grym. The great illusion of digital currencies [J]. BoF Economics Review, 2019.
- [8] N. Gregory Mankiw. Principles of Economics, Seventh Edition [M]. Bei Jing: Peking University, 2015.
- [9] Sun Ni, Wang Wei. Research on the Impact of Central Bank's Issue of Digital Money on Commercial Banks [J]. Times Finance, 2017(06): 100+104.
- [10] Wen Xinxiang, Zhang Bei. The Impact of Digital Money on Monetary Policy [J]. China Finance, 2016(17): 24-26.
- [11] Ming Haoyi, Zhu Yingying, Zhang Lei. The Impact of Internet Finance on Traditional Commercial Banks and Its Countermeasures [J]. Southwest Finance, 2014(11): 59-62.
- [12] Huang Tao. Analysis of International Risk Sharing Mechanism of Monetary Integration in East Asia: Based on the Expansion of the Second Generation Optimal Currency Area Theory [J]. Studies of International Finance, 2009(09): 87-96.
- [13] Yue Hua, Lou Dang. Game Analysis of Monetary Integration in East Asia [J]. Finance and Economics, 2005(06): 146-151.
- [14] Xie Ping, Shi Wuguang. Research on Digital Encrypted Money: A Literature Review [J]. Journal of Financial Research, 2015(01): 1-15.