



No. 2103

Working Paper

什么造就了避险货币？ ——基于机器学习方法的分析

丁剑平 吴洋 吴小伟

【摘要】

今年伊始，新冠疫情在全世界范围内肆虐，对全球经济造成了沉重打击。在当前全球不确定性不断上升的背景下，如果人民币依旧能够持续升值并保持稳健（即成为避险货币），一方面将有效地减少资本外流从而保障我国金融安全与稳定，另一方面也能够极大地提升人民币的国际地位。本文通过一个类因子模型发现，影响一国货币汇率收益与避险价值的既包括本国因素，还包括本国经济联系密切的其他各国因素（本文称其为外国因素）和全球风险因素。随后，本文利用机器学习方法对此进行了实证检验，分析表明：（1）本国与外国因素均会对货币避险价值造成影响，其中利率因素的影响最为明显，而价格水平因素的影响程度则相去甚远；（2）多数基本面因素不会直接地影响货币避险价值，但会通过影响经济基本面的各类因素对其造成显著的间接影响；（3）本国利率水平、金融要素市场建设与资本市场开放情况对于货币避险价值具有重要意义，但其中大多数外国因素对货币避险价值的影响相对较小。

【关键词】

避险货币；因子模型；利率平价；随机森林模型；机器学习

【文章编号】

IMI Working Paper No.2103



微博 · Weibo



微信 · WeChat

更多精彩内容请登陆  国际货币网

<http://www.imi.org.cn/>

1937

什么造就了避险货币？

——基于机器学习方法的分析

丁剑平 吴洋 吴小伟

【摘要】今年伊始，新冠疫情在全世界范围内肆虐，对全球经济造成了沉重打击。在当前全球不确定性不断上升的背景下，如果人民币依旧能够持续升值并保持稳健（即成为避险货币），一方面将有效地减少资本¹外流从而保障我国金融安全与稳定，另一方面也能够极大地提升人民币的国际地位。本文通过一个类因子模型发现，影响一国货币汇率收益与避险价值的既包括本国因素，还包括本国经济联系密切的其他各国因素（本文称其为外国因素）和全球风险因素。随后，本文利用机器学习方法对此进行了实证检验，分析表明：（1）本国与外国因素均会对货币避险价值造成影响，其中利率因素的影响最为明显，而价格水平因素的影响程度则相去甚远；（2）多数基本面因素不会直接地影响货币避险价值，但会通过影响经济基本面的各类因素对其造成显著的间接影响；（3）本国利率水平、金融要素市场建设与资本市场开放情况对于货币避险价值具有重要意义，但其中大多数外国因素对货币避险价值的影响相对较小。

【关键词】避险货币；因子模型；利率平价；随机森林模型；机器学习

一、引言与文献综述

次贷危机以来，全球风险波动状况有所加剧，近年来更是受到中美贸易摩擦、国际油价暴跌、新冠疫情等多个黑天鹅事件冲击，使得世界金融市场动荡不安，甚至连美国、欧盟、日本和英国等世界主要经济体的货币汇率也开始出现大幅波动。市场的频繁波动也重新唤起了公众对避险货币的关注。对于人民币而言，如果能够在当前全球不确定性逐渐提高的背景下保持币值稳定性，一方面能够有效减少国内资本外流从而保障我国金融安全与稳定，另一方面也能够加大地提升人民币在全球范围的影响力及使用率，推动人民币国际化进程。因此，在目前全球避险情绪高涨背景下，分析哪些因素能够提升一国的货币表现、货币当局应如何制定相应政策以提升本国货币避险能力已经成为一个重要的研究课题。

目前学界一般将在高风险时期增值并保持稳健的货币定义为“避险货币”（Grisse & Nitschka, 2015），本文沿用这一定义，并将货币的避险价值定义为“高风险时期的升值幅度”。对于避险货币的研究大多将重点置于采取多种判断标准和计量手段来判断一国货币是否属于避险货币，最早如Cairns et al.（2007）在研究中指出欧元、瑞士法郎和日元属于避险货币；Ranaldo & Söderlind（2010）发现日元、瑞士法郎、欧元和英镑在过去的金融危机中

【作者简介】

¹丁剑平，中国人民国际货币研究所特约研究员，上海财经大学金融学院，教授，博士生导师；

²吴洋，上海财经大学金融学院，博士研究生；

³吴小伟，上海财经大学金融学院，博士研究生；

都展现出了其避险货币的特征，是世界上公认的避险币种。Kohler et al. (2010) 认为在2008年金融危机中的避险货币表现出来的特征与以往危机中表现出来的有所差异，其研究结论与Ranaldo & Söderlind (2010) 的观点有一些出入。Grisse & Nitschka (2015) 和Hossfeld & MacDonald (2015) 也在各自的研究中均确认了瑞士法郎和日元具有明显的避险属性，Stracca (2015) 在研究欧洲债务危机对世界主要国家影响时发现，欧债危机期间仅有少数发达国家（即美国和英国）的政府债券具备一定的避险能力，而各国货币并未能够在此次危机中表现出避险资产特征。

而对于危机中货币表现原因的分析中，现有研究主要仍以利率平价理论为基础。作为最重要的汇率决定理论之一，利率平价理论是否成立一直是学界争议的话题，Fama (1984) 对此提出了著名的“法玛之谜”，即利率平价理论在他所选的样本区间内显著反向成立。近些年来，利率平价理论也有所发展，目前已将消费风险、崩盘风险、流动性风险以及国家经济规模等因素纳入原有理论分析中，用以解释原始利率平价理论在实践中不成立这一现象，代表性的实证文章如Simone & Razzak (1999) 检验了1980年1月到1997年7月主要发达国家间名义汇率与名义利率的长期关系，发现美国与德国、美国与英国之间利率平价理论成立；Hoffman & MacDonald (2000) 通过在初始的利率平价公式中加入货币需求因素，验证了G7国家的实际汇率与实际利率的关系，结果表明实际汇率与实际利率之间不仅存在联系，而且这种联系与利率平价理论相一致。Bussiere et al. (2018) 重新检验了“法玛之谜”，发现利率平价理论是否成立与样本期有关，突出地表现为在次贷危机爆发后这样的高风险时期，利率平价显著成立，而在次贷危机前依旧反向成立，学界也将此命名为“新法玛之谜”。

2009年以来，对于利率平价理论的研究方向，逐渐从理论上单纯研究国家间的利率与汇率关系，转向从外汇市场实践角度来进行研究。比较有代表性的如Menkhoff et al. (2009) 发现，由于远期外汇市场及产品较为完整，因此外汇市场中的套息交易收益大多可以由汇率收益的变化来解释，从而反向证明利率平价理论在一定程度上成立。Christiansen et al. (2010) 也提出了类似观点，并进一步指出当全球风险提高时，低收益的货币可以保持较好的汇率稳定性，即实行低利率国家的货币更具有避险属性。沿此思路，学界开始分析各国货币在国际外汇市场上表现不一的原因，因此来分析套息和套汇交易策略，进而分析影响货币避险价值的因素，如Ranaldo & Söderlind (2010) 通过梳理历史经验分析了思考日元、瑞士法郎等币种在个别危机中表现稳健的原因；Fratzscher (2009) 对2007-2009年主要国家的数据进行基本面分析后，认为外汇储备低、经常账户头寸少的国家在金融危机中汇率贬值更加严重。Habib & Stracca (2012) 将大量的本国宏观经济变量纳入计量分析中，并通过分组添加变量的方法分析影响危机中货币表现的宏观变量，但从实证结果来看，各解释变量在回归过程中表现得并不稳健，因此无法确定究竟哪些变量对于全球风险上升时的货币表现具有决定作用。Byrne et al. (2019) 研究了套息套汇交易与大宗商品及市场风险因子之间的关系，发现全球农产品及金属价格因子能够普遍地解释各国的货币表现，文章在分样本回归后还发现，发达国家货币表现受股票市场风险因素影响最大，而新兴市场国家货币主要受农产品价

格影响，这说明新兴市场国家货币在全球金融市场遭受冲击时可能更具备避险货币属性。Habib et al. (2020) 进一步指出，政治风险水平、金融资产对应市场规模、避险资产“惯性”（即是否曾经被广泛视作避险资产）这三个因素决定了各国金融资产能否成为避险资产。

纵观已有文献，可以发现主要存在以下不足：（1）无论是对汇率收益率的影响因素，还是对危机时期货币避险价值影响因素的实证分析中，所使用的计量模型均为线性模型，这可能会忽略解释变量与被解释变量之间更复杂的关系从而使得文章结论出现偏差；（2）目前分析货币避险能力影响因素的文章中，考虑的所有解释变量均为本国变量或全球共同变量（如金融危机虚拟变量、主要大宗商品价格等），在世界经济联系越来越紧密的今天，由于这种分析方法忽略了外国因素对于本国的影响，因此所得结论可能存在一定问题；（3）现有对汇率或汇率收益影响因素的分析中，受制于宏观数据可得性以及模型计量要求等原因，需要在实证分析前筛选出一定数量的宏观影响因素，而由于大部分影响因素（除利率、通货膨胀率外）对于汇率收益的影响过程无明确理论依据，因此这种筛选过程在很大程度上具有主观性。

本文的主要贡献有：（1）通过简单回归树和随机森林方法，综合分析众多类型宏观因素与汇率收益率间的线性及非线性关系，实现了比线性模型明显高出许多的拟合度，并通过不同类型的样本外检验保证模型结果的稳健性与可靠性；（2）将本国与其他各国的贸易占比作为权重，编制与各国国内因素相对应的外国因素，并将外国因素与全球风险因素一同纳入模型分析框架，从而避免因只考虑本国因素而造成模型失真；（3）对于大量无明确理论依据的宏观因素，本文以各因素对于历史数据的拟合程度贡献为标准，从大量宏观指标中筛选影响汇率收益的因素，确保了分析过程的客观性与准确性。

文章余下部分结构安排如下：第二部分是理论模型分析，第三部分是数据来源与实证模型说明，第四部分是实证结果分析，最后一部分为结论总结及相应政策建议。

二、理论分析

如前文所述，本文主要考察究竟何种因素会影响各国货币表现，因此本文实证部分的理论基础实际上是一个加入风险因素后、从资产定价角度分析的汇率定价模型。从形式上看，该汇率定价模型以传统的无抛补利率平价模型为基础，并将汇率偏差用风险因素进行了解释，从资产定价的视角分析了传统利率平价理论失效的原因。为此，有必要先对利率平价模型以资产定价的方式重新进行阐述。

假定本国投资者可以有两种投资方式可供选择，一种是在本国以 1 单位本币按照利率 i_t 进行投资，这样他将在 $t+1$ 期获得收益 $1 + i_t$ ，另外一种则是 t 期以直接标价法下的即期汇率 S_t 将本币转换成 $1/S_t$ 单位外币，并在国外市场上以利率 i_t^* 投资，在 $t+1$ 期将得到 $(1 + i_t^*)/S_t$ 单位的外币。如果国际间的投资市场是有效的，那么这两种投资策略的最终收益是一样的，但由于假设的市场环境中不存在远期或期货市场，因此在 t 时刻 S_{t+1} 未知，所以在 t 时刻能够预期的 $t+1$ 时的国外投资收益与汇率的期望相关，其相互关系如（1）式所示：

$$1 + i_t = E_t(S_{t+1})(1 + i_t^*)/S_t \quad (1)$$

由于 i_t^* 较小，将上式变换后可得，

$$E_t(S_{t+1}) - S_t = E_t(\Delta S_{t+1}) = i_t - i_t^* \quad (2)$$

将 $E_t(S_{t+1})$ 替换为远期汇率 F_t 便可得一般的抛补利率平价公式，由于 i_t^* 和 i_t 较小，通过对数变换后可得其对数形式，即（3）式，

$$f_t - s_t \approx i_t - i_t^* \quad (3)$$

远期差价可以进行以下的代数变换，即：

$$f_t - s_t = (f_t - E_t(s_{t+1})) + (E_t(s_{t+1}) - s_t) \quad (4)$$

令

$$rp_t = f_t - E_t(s_{t+1}) \quad (5)$$

$$\Delta s_{t+1} = E_t(s_{t+1}) - s_t \quad (6)$$

通过以上分析，将（6）式改用因子模型形式表述，可将该式化为以下形式。

$$\Delta s_{t+1} = \alpha + \beta(i_t - i_t^*) + \varepsilon_{t+1} \quad (7)$$

按照此种表述，若 UIP 严格成立，则应有 $\beta = 1, \alpha = 0$ 。然而，已有大量文献证明¹，严格的利率平价论成立在现实世界中是极为罕见的，如前文所述，也有文献对于利率平价失效进行了理论与实证分析。从资产定价视角来看，（7）式中的 β 可用以下方法回归求得，即

$$\beta = \frac{Cov(\Delta s_{t+1}, rp_t + \Delta s_{t+1})}{Var(rp_t + \Delta s_{t+1})} = \frac{Cov(\Delta s_{t+1}, rp_t) + Var(\Delta s_{t+1})}{Var(rp_t + \Delta s_{t+1})} \quad (8)$$

通过该式可以发现，若风险溢价 rp_t 为恒定常数，则 $\beta = 1$ ，也唯有此时 UIP 成立。然而，根据 Fama (1984) 提出的“法玛之谜”， β 显著为负，此时有 $Cov(\Delta s_{t+1}, rp_t) + Var(\Delta s_{t+1}) < 0$ ，这要求汇率期望收益与风险溢价的协方差为负，同时风险溢价的方差大于汇率期望收益的方差。从这个意义上来看，导致利率平价失衡的原因是由于国际间投资存在风险因素，从而使得（7）式的两侧出现了风险溢价，造成 $\beta \neq 1, \alpha \neq 0$ ，从而该式变为以下形式：

$$\Delta s_{t+1} = \alpha + \beta_0(i_t - i_t^*) + \beta_1\psi_{t+1}^1 + \beta_2\psi_{t+1}^2 + \cdots + \beta_n\psi_{t+1}^n + \varepsilon_{t+1} \quad (9)$$

在（9）式中， $\psi_{t+1}^i, i = 1, 2, \dots, n$ 表示 n 个风险因子的本国与外国²水平之差。通过（9）式可以看出，汇率期望收益不仅与利差相关，还与各风险因素的国内外水平之差有关，而该式可从资产定价分析视角，由以下方法推出。

假定本国和外国两国均有一种价格为一单位本币的金融资产，按照资产定价通用表述，其定价公式可以写作：

$$1 = E_t(m_{t+1}R_{t+1}) \quad (10)$$

$$1 = E_t(m_{t+1}^*R_{t+1}^*) \quad (11)$$

其中， R_{t+1} 和 R_{t+1}^* 分别表示本国和外国该金融资产的各期总收益， m_{t+1} 和 m_{t+1}^* 分别为这两种资产的随机贴现因子。

同样，假定国际间金融市场是有效的，那么在完全竞争市场下，两种资产的各期实际收

¹如 Tryon (1979), Hansen & Hodrick (1980) 和 Fama (1984) 等。

²在本文中，“外国”为与本国相关的其他国家。在理论部分分析中，为更为简洁地展示其他各国因素如何影响本国汇率收益，因此该部分的“外国”因素仅选取一国，可以看作与本国经济相关的所有国家的集合。

益应该相同，故有：

$$R_{t+1} * S_t / S_{t+1} = R_{t+1}^* \quad (12)$$

从而

$$1 = E_t(m_{t+1}(S_{t+1}/S_t)R_{t+1}^*) = E_t(m_{t+1}^*R_{t+1}^*) \quad (13)$$

假定投资者对各个市场的预期相同，所以有，

$$m_{t+1}^*/m_{t+1} = S_{t+1}/S_t \quad (14)$$

现在考虑一种特殊的金融产品，将汇率视为金融产品的收益。在满足（12）式条件下，假定：

$$R_{t+1} = S_{t+1} \quad (15)$$

$$R_{t+1}^* = S_t \quad (16)$$

那么此时，本国与外国的这两种金融资产便满足

$$1 = E_t(m_{t+1}S_{t+1}) \quad (17)$$

$$1 = E_t(m_{t+1}^*S_t) \quad (18)$$

此时，随机贴现因子应为包括利率在内的众多风险因子的函数，为简便起见，此处假设随机贴现因子由各风险因子线性逼近得出：

$$\begin{aligned} m_{t+1} &= 1 - b_0(i_t - \mu_0) - b_1(f_{t+1}^1 - \mu_1) - b_2(f_{t+1}^2 - \mu_2) - \dots - b_n(f_{t+1}^n - \mu_n) \\ &= 1 - \mathbf{b}(f_{t+1} - \boldsymbol{\mu}) \end{aligned} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} m_{t+1}^* &= 1 - b_0^*(i_t^* - \mu_0^*) - b_1^*(f_{t+1}^{1*} - \mu_1^*) - b_2^*(f_{t+1}^{2*} - \mu_2^*) - \dots \\ &\quad - b_n^*(f_{t+1}^n - \mu_n^*) = 1 - \mathbf{b}^*(f_{t+1}^* - \boldsymbol{\mu}^*) \end{aligned} \quad (20)$$

其中， b_i 为因子 i 的因子载荷， μ_i 为因子 i 的均值，将（19）（20）式分别代入（17）（18）式，可得

$$E_t S_{t+1} = R_f + E(f_{t+1} - R_f) * \boldsymbol{\beta} \quad (21)$$

$$S_t = R_f^* + E(f_{t+1}^* - R_f^*) * \boldsymbol{\beta}^* \quad (22)$$

上面两式中的 R_f 和 R_f^* 为本国及国外的无风险利率，由于国际间金融市场有效，因此本文假设这两个值相等。对上式对数化处理后相减，可得（9-1）式，即：

$$E_t(s_{t+1}) - s_t = \Delta s_{t+1} = \alpha + \beta_0(i_t - i_t^*) + \beta_1\psi_{t+1}^1 + \beta_2\psi_{t+1}^2 + \dots + \beta_n\psi_{t+1}^n + \varepsilon_{t+1} \quad (9-1)$$

从上面的理论分析可以看出，通过将汇率视为金融产品的收益，可以看出非抛补的利率平价发生偏移，或者说出现“法玛之谜”的主要原因在于，该理论仅考虑了利率这一特定因素对于此种金融产品的影响，而忽略了其他风险因素（如宏观经济因素）可能带来的冲击。而与资产定价领域的一般因子定价模型相比，汇率收益的影响因子不仅包括本国因素，还包括与本国因素相对应的外国因素，这两类因素对于被解释变量的影响系数可能不是简单的相反数关系。另外，在全球风险上升时，部分因素还会受全球避险情绪影响从而放大其对汇率的影响作用，此时，（9-1）式进一步发展为（23）式：

$$\begin{aligned} \Delta s_{t+1} &= \alpha' + \beta_0^1 i_t + \beta_0^2 i_t^* + \beta_0' v_{t+1} i_t + \beta_0'' v_{t+1} i_t^* + \beta_1 \psi_{t+1}^1 + \beta_1' v_{t+1} \psi_{t+1}^1 + \dots \\ &\quad + \beta_n \psi_{t+1}^n + \beta_n' v_{t+1} \psi_{t+1}^n + \varepsilon_{t+1}' \end{aligned} \quad (23)$$

通过（23）式可以看出，为准确衡量影响汇率收益尤其是在全球潜在风险上升时影响汇率收益的因素，有必要在模型中广泛的引入包括本国因素、外国因素以及与全球避险情绪交

交互后的本国与外国因素¹等多类影响因素，分析不同类型因素对于汇率收益率的影响情况，并以此为基础确定究竟哪些因素对于一国货币避险能力能够产生重要影响。值得注意的是，上文的分析中假定随机贴现因子由风险因子线性叠加得到，而在实践中的分析需要进一步考虑风险因子与随机贴现因子间更加复杂的关系。对于这种复杂的相关关系，有必要通过机器学习方法代替传统的线性回归，从而更加准确地判断究竟哪些因素会影响一国货币的避险能力。

三、数据来源和实证模型

（一）变量描述和数据来源

本文选择了 1970 至 2017 年世界主要 153 个国家和地区的相关数据作为样本，所有的数据选自 IMF IFS、IMFWEO 及世界银行数据库，汇率指标为从 IMF IFS 数据库选取的各国样本期内的平均对美元汇率。本文分析的所有主要变量为各类风险因素，参照 Habib & Stracca（2012）和 Byrne et al.（2019）等人的研究思路，将这些因素分为五个主要类别：1. 利率水平与价格水平；2. 国家基本面因素；3. 影响经济基本面的常规与非常规因素；4. 金融市场建设情况；5. 资本市场开放度。

1. 利率水平与价格水平。作为最经典的两个汇率决定理论，购买力平价与利率平价一直以来都是分析影响汇率因素的理论基石，价格水平与利率水平也被大多数相关实证文章纳入研究框架。本文选取的价格水平，既包括常见的消费者物价指数、GDP 平减指数，也包括政府购买物价水平、资本存量物价水平、进出口物价水平等；而对于利率水平，考虑到各国不同实际，本文选择了货币市场利率、银行贴现利率、银行存款利率等利率指标，以确保文章所选的利率指标能完整并能反映各国的实际情况。

2. 国家基本面因素。这组因素主要为常见反映宏观经济基本面状况的经济指标，既包括各经济变量的绝对水平如 GDP 水平、广义货币量、经常账户余额、外汇储备等，也包括各变量的相对水平如广义货币量对 GDP 比例、经常账户余额对 GDP 比例、外汇储备对 GDP 比例等。一国宏观经济总体状况是保证本国货币币值稳定的重要基石，因此该组因素会对汇率有重要的支撑作用。

3. 影响经济基本面的常规与非常规因素。由于国家基本面情况会极大地影响各国的货币表现，因此对基本面因素有重大影响的变量也会间接影响汇率。本文将这类因素分为常规和非常规因素两种，常规因素主要包括资本存量水平、劳动力数量、全要素生产率水平等直接影响生产函数的变量，反映本国基础设施建设的资本服务水平、法治状况等变量，以及反映本国潜在风险状况的外债水平、ICRG 国际风险评分等；而非常规因素主要为三类金融危机，即系统性银行业危机、货币危机、主权债务危机的虚拟变量。

¹为避免歧义，下文将与全球避险情绪交互后的本国与外国因素分别称为本国风险因素和外国风险因素。

4.金融要素市场建设情况。该组变量主要是反映一国金融市场规模的风险因子，主要包括私人信贷规模、股票市场规模等反映本国金融市场绝对规模的指标，以及私人信贷规模与 GDP 比例、股票市场规模与 GDP 比例等反映本国金融市场相对规模的指标。

5.资本市场开放度。根据 Fleming（1962）和 Mundell（1963）在 20 世纪 60 年代发展的 Mundell-Fleming 模型分析框架，一国汇率稳定性与本国资本市场开放程度有极大的相关性。在该组变量中，本文选取了现有研究中常用的反映本国金融市场开放程度的一些指标，如对外金融资产和债务对 GDP 比例、外国贷款与 GDP 比例、kaopen 指数等。

作为重要创新点之一，本文仿照名义有效汇率的加权平均编制方法得到外国因素：按照 DOTS 数据库中各国与其他各国的贸易比例作为权重，将样本内每个国家风险因子所对应的外国风险因子进行加权平均¹，就得到了与本国因素对应的外国因素。除了本国因素与外国因素，本文还选取了 VIX 指数和 VXO 指数作为全球避险情绪的代理变量。这一指数由芝加哥期权交易所（CBOE）制定，用以衡量标准普尔 500 指数期权的隐含波动率，在许多文献中均已表明，VIX 与全球避险情绪显著相关。本文的所有数据的数据来源均来自 IMF IFS、IMFWEO、WORLD BANK 等数据库，需要说明的是，由于宏观数据的特性，部分原始数据存在缺失。为处理此问题，本文仿照资产定价领域的处理方法，首先按照每年样本内国家的人均 GDP 排名、GDP 排名、总人口数将样本分为 14 组，然后按照上述组别优先级依次填充组内均值，这样，便得到了缺失程度较少的宏观数据。经过这样的处理，最大程度地保证了数据的完整性，但也必须认识到，这种做法可能会对最终结果的准确性造成一定影响。

（二）实证方法

本文实证模型的一般线性表达式为（24）式形式：

$$\begin{aligned} \Delta e_{it} = & \beta_0 R_{i,t-1} + \beta_1 R_{i,t-1}^* + \beta'_0 v_{t-1} R_{i,t-1} + \beta'_1 v_{t-1} R_{i,t-1}^* + \gamma X_{i,t-1} \\ & + \gamma^* X_{i,t-1}^* + \gamma' v_{t-1} X_{i,t-1} + \gamma'^* v_{t-1} X_{i,t-1}^* + \delta_i + \varepsilon_t \end{aligned} \quad (24)$$

其中 Δe_{it} 是一国货币兑美元汇率的双边汇率变化，因此该数值增加表示本币较美元贬值，反之则反是； $R_{i,t-1}$ 和 $R_{i,t-1}^*$ 分别表示本国与对应的外国短期利率水平。 $X_{i,t-1}$ 表示各国国内各风险因素， $X_{i,t-1}^*$ 为各国以贸易为权重加权平均得到的与国内要素相对应的外国风险要素，其系数代表各要素对汇率收益率的边际影响。 v_t 表示全球避险情绪， $v_{t-1} X_{i,t-1}$ 和 $v_{t-1} X_{i,t-1}^*$ 表示风险化后的国内与外国因素，可根据其相关系数显著与否检验该要素对货币避险能力是否有影响。本文选取的所有因素都是滞后一期的变量，这样能够避免出现反向因果。本文首先对于上述线性模型进行估计和分析，随后采用机器学习方法中的分类与回归树集合方法分析各风险因素的影响。

分类与回归树（Classification and Regression Tree，简称 CART）是 Breiman et al.（1984）提出的一种非参数预测方法，该方法通过不断递归的划分方式，最终形成一个局部最优的

¹使用贸易占比作为权重可能仍旧无法充分体现其他各国对本国的重要性，但该做法能够尽可能地保证结果的客观性。

二叉树。而随机森林（Random Forest）方法则是通过随机的方法，迭代单棵树生成过程到一定次数，然后将所有树的结果取均值，将其作为因变量的预测值。本文将通过对比线性模型、简单回归树与随机森林模型在模型结果可靠性、模型拟合程度及其稳健性方面的差异，寻找拟合程度最佳并且样本内外表现最稳定的实证模型。为保证本文回归树与随机森林模型拟合效果，本文对 CART 模型中的参数分别进行了两次调整过程，第一步进行随机调参，在指定范围内随机选择参数值，在进行 100 次参数组合试验后选择最优参数；第二步根据随机调参的结果，通过网格搜索对随机最优参数进行微调，进一步提升模型的拟合程度。需要指出的是，由于回归树与随机森林模型为高度非线性模型，因此各特征（即解释变量，下同）对被解释变量的影响程度无法通过相关系数或者偏导数来衡量，其主要评判标准为各棵树上保留特征对均方误差变化影响的均值。

四、实证结果分析

（一）基于面板模型的汇率收益影响因素分析

本文首先通过固定效应下的普通面板回归分析全样本下的各国汇率收益率的主要影响因素。限于篇幅，本文只列出了显著程度较强因素，具体情况请参看表 1。通过该表，可以发现以下结论：

表 1 固定效应面板模型下汇率收益影响因素分析

因素组	变量名称	(1)	(2)		(3)			
		本国	本国	外国	本国	外国	本国风险	外国风险
组 1	货币市场利率	0.000***	0.000***					
	贴现利率	0.000***	-0.252***	0.001***				
	实际内部收益率	-0.191***	0.000**		-0.161**		0.012***	
	政府购买价格	-0.064***	-0.079***	0.198**				
	资本服务价格		0.005***		0.006***	-0.343*		
	出口价格水平			0.776**				
	进口价格水平			-0.825**			0.016***	
	投资价格水平			0.072*				0.012***
	消费价格水平			-0.404**				-0.039**
组 2	出口	-0.000***	-0.000***		-0.000**	-0.000**		0.000*
	进口	0.000***	0.000***		0.000**	0.000**		-0.000**
	人均 GDP	0.000**	0.000**		0.000*			
	实际 GDP	0.000***	0.000**	0.000*				0.000*
	服务业增加值			0.000**				
	国际旅游净收入			0.000***				-0.000**
	总消费			0.000*				
	总储备			0.000**		0.000**		0.000*

组 3	人均劳动时间	0.000**	0.000**	0.000**		0.000***		-0.000**
	银行业危机	0.045***	0.035***		0.029***	-0.209**		0.009**
	资本服务水平	0.337**	0.035**	1.464***	0.044*	1.749**		
	货币危机	0.151***	0.145***		0.141***			
	外债占比	0.000***	0.000***			0.000**	0.000***	
	国际贷款	-0.000**						
	劳动补偿/GDP	-0.111**	-	-0.487**				
			0.168***					
	全要素生产率	-				0.208*	-0.003*	
		0.062***						
	法治程度			0.046**		0.071***		
组 4	国内信贷/GDP	-0.000*						0.000**
	国内信贷	-	-		0.000***		-	
		0.000***	0.000***				0.000***	
	股票市场规模		-0.000**				-0.000*	
组 5	金融开放度指数	-0.026*						
	kaopen 指数	-	-0.011**					
		0.013***						
	FDI 净流出					0.000**		-0.000***

注 1: (1) (2) (3) 分别为考虑本国因素、本国与外国因素、本国与外国非风险和风险因素情况下的模型, 下表同。

注 2: *, **, *** 分别表示在 10%、5%、1% 的水平下显著, 因素组 1-5 分别对应前文所述各类因素。下同。

在仅考虑本国因素对汇率收益率的影响时, (1) 利率与价格水平因素方面, 利率水平对汇率收益率表现出显著的正相关, 并且在所有因素中其显著程度最高, 这说明利率变化对于本国汇率收益率具有举足轻重的影响, 非抛补利率平价依然成立, 与此相比, 价格水平对汇率收益率的影响却并不显著。(2) 国家基本面因素方面, 仅有实际 GDP 与人均 GDP 对汇率波动表现出了显著影响, 但其相关系数却显示这种影响为负向影响, 这一结果说明以 GDP 为代表的宏观经济指标无法为汇率提供正向支撑作用, 而这与传统经济理论以及多数实证研究结果并不相符¹。而对于影响经济基本面的常规因素, 如全要素生产率、劳动补偿占 GDP 比率、国际贷款等指标都表现出了对汇率收益率的显著正向影响, 外债存量占 GNI 比重则对汇率收益有负面作用, 这些都与经济理论相符; 非常规因素方面, 三类金融危机中的系统性银行危机与货币危机均对汇率收益产生了显著的负面影响, 这说明除主权债务危机外的金融危机均会对汇率波动造成明显冲击²。(3) 金融市场建设因素方面, 反映本国金融市场发展水平的国内信贷占 GDP 比率对汇率收益率呈现显著的正相关关系, 这说明金融市场建设对于本国汇率表现有一定提升作用。同时反映资本开放程度的 kaopen 指数也表现出了显著的正相关关系, 也说明了资本开放程度会提升本国的货币表现。

在考虑外国因素影响后, 上述许多国内因素对汇率收益率的影响无论是方向还是显著

¹如赵文霞和张定胜 (2014)、胡德宝和苏基溶 (2015)、陈仪等 (2018)。

²主权债务危机之所以没有表现出显著的影响, 一方面可能是由于主权债务危机爆发时, 本国利率水平往往会出现明显提升, 这就导致主权债务危机的影响被利率掩盖了; 另一方面也可能是由于此类危机较其他两类危机更容易在爆发前出现征兆, 因此其对市场的冲击相对较小, 一个可能的证据便是反映债务危机爆发概率的外债存量对汇率收益率产生了显著的负面影响。

性出现了明显变化，而系数显著的外国因素也与对应的本国因素表现不完全一致，主要表现为：许多外国价格水平变量对于汇率变动方向产生了显著的影响，包括进出口价格，消费、投资和政府购买价格水平，从回归结果可以看出，外国价格水平对本国汇率收益率有负向作用；另外，国家基本面因素中的部分外国变量也对汇率收益率产生了显著的负向影响，典型的如外国的总储备数量等。考虑到一般经济理论和历史经验均支持一国储备水平与本国货币表现正相关的结论，这一结果似乎进一步说明，真正影响本国汇率的是本国相对国外的储备水平，而非本国绝对储备水平。

将全球避险情绪纳入线性面板模型分析后，模型中影响显著的因素又出现了一些变化：在前述分析中表现十分显著的利率与价格水平因素不再显著，此时经济基本面因素自身以及影响经济基本面的常规与非常规因素成了对汇率收益影响最大的因素。通过分析风险化处理后的本国与外国因素，可以发现本国全要素生产率、股票市场规模与金融市场发展程度对于货币避险价值有正面作用，而本国外债水平、外国总储备以及是否发生系统性银行业危机等变量会对货币避险价值有不良影响。总体来看，面板模型中所识别出的货币避险价值影响因素大多符合经济理论与现实，但由于模型未能完全识别出前述分析中表现最显著的利率与价格水平因素，因此模型实证结果与经济理论和现实的吻合程度出现了一定下降。

总结面板回归结果可以发现，在全样本区间内，利率与价格水平对于汇率收益影响最大，而影响经济基本面的常规及非常规因素对于货币的避险价值有重要影响。同时也能够看出，面板回归结果中部分因素对汇率收益率的影响方向与传统经济观点存在一定偏差，并且模型也无法识别出如利率这种理论上应具有显著影响的因素。造成这一现象的原因可能是由于线性模型对解释变量的要求与假设过于严格所致，这也可能是除了数据因素以外另一个导致“法玛之谜”的原因。受此影响，面板模型的实证结果的可信性将大大降低，因此便有必要通过其他方法来研究汇率收益率及货币避险价值的影响因素。

（二）基于回归树与随机森林的汇率收益影响因素分析

表 3 给出了在全样本范围内简单回归树与随机森林模型中最具影响力的 10 个主要因素。对比面板模型部分，可以发现两种机器学习方法得到的结果有以下几点不同：

表 3 简单回归树与随机森林模型的变量重要性排序

排序	(1)		(2)		(3)	
	变量名称/所在分组		变量名称/所在分组		变量名称/所在分组	
	简单回归树	随机森林	简单回归树	随机森林	简单回归树	随机森林
1	货币市场利率 (1)	货币市场利率 (1)	资本服务水平 (3)	货币市场利率 (1)	外债占比 ^{外国} (3)	货币市场利率 ^{风险} (1)
2	官方储备 (2)	外债占比 (3)	货币市场利率 (1)	外债占比 (3)	官方储备 ^{风险} (2)	货币市场利率 (1)
3	外债占比 (3)	货币危机 (3)	货币危机 (3)	贴现利率 ^{外国} (1)	外债总额 ^{风险} (3)	货币危机 (3)
4	国内信贷 (4)	国内信贷总量 (4)	实际 GDP ^{外国} (2)	国内信贷 (4)	资本折旧率 ^{外国 风险} (3)	外债占比 (3)
5	广义货币 (2)	GDP 平减指数 (1)	进口 (2)	货币危机 (3)	GDP 平减指数 (1)	贴现利率 ^{外国} (1)
6	消费价格水平 (1)	CPI (1)	kaopen 指数 (5)	进口/GDP (2)	资本折旧率 ^{风险} (3)	外债占比 ^{风险} (3)

7	GDP 平减指数 (1)	贴现利率 (1)	资本服务价格 ^{外国} (1)	进口 (2)	货币危机 (3)	国内信贷 ^{风险} (4)
8	投资价格水平 (1)	广义货币 (2)	国土面积 (3)	GDP 平减指数 (1)	货币市场利率 (1)	GDP 平减指数 (1)
9	全要素生产率 (3)	全要素生产率 (3)	贴现利率 ^{外国} (1)	CPI (1)	国内信贷 (4)	国内信贷 (4)
10	国土面积 (3)	kaopen 指数 (5)	货币市场利率 ^{外国} (1)	全要素生产率 (3)	FDI 净流出 ^{风险} (5)	进口/GDP (2)

(1) 仅考虑本国因素影响时，无论是在回归树还是随机森林模型中，利率的作用在所有因素中最为明显，而价格水平（GDP 平减指数、消费者价格指数等）的重要程度也较面板回归部分有较大幅度提升，对比面板部分回归结果，可以说明在全样本区间内，非抛补利率平价成立，而购买力平价在不同模型中的显著性则存在明显偏差。除利率与价格水平外，回归树与随机森林模型的变量重要排名存在一定差异，在回归树模型中，国家基本面因素的影响明显，突出地表现为官方储备与广义货币等金融基本面因素，随后影响较为明显的影响基本面的常规因素与金融市场建设因素，影响基本面的非常规因素与资本市场开放因素影响相对较弱；而在随机森林模型中，对本国汇率收益影响最大的是影响基本面的常规（如本国外债比例）与非常规因素（货币危机虚拟变量），其次是金融市场建设因素（如国内信贷）与资本市场开放因素（如 kaopen 指数），影响较为明显的国家基本面因素为进出口水平，而其他基本面因素影响较弱。总结来看，在两类机器学习模型中，金融基本面与金融市场建设因素表现出了对汇率收益率的显著影响另外，这从侧面说明金融市场发展状况较之实体经济更能直接影响本国货币表现。

(2) 模型中添加外国变量后，回归树模型的本国变量重要性排名出现了巨大的变化，主要表现为经济基本面的非常规因素成了对汇率收益率的影响最大的因素，资本开放水平的影响力也有了显著提升，而利率与价格水平、基本面常规因素等其他因素的变量重要性出现了明显下降；对于新加入的外国变量，变量重要程度较高的主要为利率与价格水平因素和国际基本面因素，并且除利率因素外，其他与外国因素相对应的本国因素的变量重要程度并不高。与此相比，随机森林模型中本国变量重要性排名却与前述分析基本一致，外国变量中仅有利率因素的影响程度较高，但较之本国变量相比仍有明显差距。并且与本国因素对比后可以发现，这些变量重要程度排名靠前的外国因素（如外国利率水平等），其影响力均弱于对应的本国因素。这说明在考虑本国汇率收益率影响因素时，尽管外国因素的确会造成一定影响，但更加重要的影响因素还是本国变量。

(3) 在考虑全球风险情绪对模型影响后，简单回归树模型的变量重要性排名再次出现重大变化，经济基本面的非常规因素的影响能力继续上升，资本开放水平因素总体上也有了一定提升，利率与价格水平因素的变量重要程度继续下降；另外，影响货币避险价值的因素也突出表现为本国的经济基本面非常规因素与资本开放水平因素，外国变量对于本国货币避险价值的影响相对较小。而随机森林模型中，本国因素与外国因素的重要程度排名顺序仍未发生明显变化，但受全球避险情绪影响并且对汇率收益有显著影响的各因素，其与对应本国或外国因素的影响重要程度却有所不同，大体可分为两类：对于利率水平、本国金融市场建

设因素与资本市场开放度因素，其风险化后因素的变量重要性出现了明显提升，而影响基本面的常规与非常规因素（包括货币危机、外债比例等）以及价格水平因素（包括 GDP 平价指数、消费者价格指数）却恰好相反。结合 Habib et al.（2012）的研究方法，综合分析后可以说明，对于全球避险情绪高涨期间的货币表现（即货币的避险价值），利率水平、本国金融市场发展与资本开放程度会起到至关重要的作用，而影响基本面因素以及价格水平因素对于汇率收益率的影响更多地体现在非风险期。

总结来看，对于不同的变量组，简单回归树模型的变量重要程度排名波动较大，而随机森林模型的各类要素影响力较为稳定，从这个意义上来说，随机森林模型较之简单回归树模型可能有更高的可信度，接下来本文继续通过模型拟合情况来进一步分析各模型的可信度。

（三）样本内与样本外各模型拟合情况对比分析

表 4 分别展示了考虑不同变量组时，线性面板模型、简单回归树模型与随机森林模型的拟合情况。为统一度量不同计量模型的拟合程度，本文选取 R 方作为判断模型拟合程度的标准。

表 4 三种模型的样本内拟合情况对比

	(1)	(2)	(3)
固定效应模型	0.1068	0.1409	0.1938
简单回归树模型	0.5603	0.5248	0.5361
随机森林模型	0.5984	0.5591	0.5716

注：（1）（2）（3）分别为考虑本国因素、本国与外国因素、本国与外国非风险和风险因素情况下的模型，括号内数字表示各变量所属因素组。

可以看出，在线性面板模型中，随着变量种类和数量的增加，模型的 R 方（组内 R 方）呈上升趋势，由于本文的面板回归采用固定效应模型，这说明随着模型中变量种类和数量的增加，模型的拟合程度确实出现了明显提升。对比来看，添加全球风险交乘项时对于模型拟合程度的提升要高于添加外国变量时，这说明在面板模型分析时，全球风险交乘项对于模型拟合程度的边际贡献要高于外国变量。

与线性模型类似，简单回归树与随机森林模型的 R 方也出现了随模型内解释变量数量增加而提升的现象，但对比后可以发现这种提升显著低于线性模型，甚至还有增加变量导致模型拟合程度下降的现象。同时对比后还可以发现，在简单回归树与随机森林模型中，外国变量与全球风险交乘项对于模型拟合程度的边际贡献无明显差异。对比线性面板模型的拟合情况可以发现，简单回归树与随机森林模型的拟合程度较面板模型有了大幅提升，从这个意义上看，在本文所考虑的全样本范围内，回归树及其组合模型能够更好地解释各国汇率收益率的变化。但模型的意义不仅仅在于分析历史，更在于预测未来，至少需要预测未来短期内解释变量的影响，因此，上述模型的实际拟合情况还需要通过样本外数据的检测来验证。

表 5 三种模型的样本外拟合情况对比（不同时间段）

	(1)			(2)			(3)		
	全样本	阶段 1	阶段 2	全样本	阶段 1	阶段 2	全样本	阶段 1	阶段 2
固定效应模型	0.1068	0.2121	0.1607	0.1409	0.2829	0.1925	0.1938	0.4004	0.3390
简单回归树模型	0.5603	0.6831	0.4885	0.5248	0.5532	0.4507	0.5361	0.6395	0.4752
随机森林模型	0.5984	0.6983	0.5397	0.5591	0.6231	0.521	0.5716	0.6327	0.5351

注：阶段 1 与阶段 2 分别对应 1970 年-1992 年与 1993 年-2017 年两个时间段。

本文首先按照不同时间段对全样本数据进行分割，检验各模型在不同时间段上的稳健性。根据面板数据分布情况，结合样本期内重大历史事件分布情况，本文选择以 1992 年底¹作为分割点，将 1970 年-1992 年与 1993 年-2017 年数据作为两组测试集，以全样本数据作为训练集，分别考察线性面板模型、简单回归树模型与随机森林模型的样本外拟合情况，详细拟合情况在表 5 中列出。可以看出，无论模型中是否考虑外国因素与风险因素，三类模型在两个测试集的拟合情况较训练集均有一定差异。与两类机器学习模型相比，线性面板模型的样本内外拟合情况之差更明显一些，并且在两个测试集上模型的拟合情况还要好于训练集，这说明线性面板模型无论是在拟合的精准度还是稳定性上均表现不佳；简单回归树与随机森林模型在全样本以及两个测试集的拟合情况趋势一致，均表现为阶段 1 优于全样本、全样本优于阶段 2，但在同时考虑外国因素与风险因素的模型中，随机森林模型在样本内以及两组测试集上的 R 方差异（相对水平）要小于简单回归树模型。总体来看，面板回归模型与简单回归树模型的稳健性相对不足，尤其在将外国因素与风险因素纳入分析框架后，随机森林模型的稳定性更好。

表 6 三种模型的样本外拟合情况对比（不同国家分组）

	(1)			(2)			(3)		
	全样本	分组 1	分组 2	全样本	分组 1	分组 2	全样本	分组 1	分组 2
固定效应模型	0.1068	0.0937	0.1369	0.1409	0.2043	0.1826	0.1938	0.334	0.2422
简单回归树模型	0.5603	0.3768	0.5981	0.5248	0.5860	0.4674	0.5361	0.5959	0.4928
随机森林模型	0.5984	0.5479	0.6280	0.5591	0.4820	0.5704	0.5716	0.5233	0.5760

注：分组 1 与分组 2 分别对应发达国家组与新兴市场国家组两个样本外数据组。

本文也按照国家发展水平将样本数据划分为发达国家组与新兴市场国家组两个新的测试集，从侧面考察考察不同国家分组对三类模型稳健性的影响，拟合情况如表 6 所示。可以看出，按照不同国家分组时，面板回归模型的稳健性仍然不足，在考虑外国因素时仍旧出现了测试集拟合程度优于训练集的情况。同时简单回归树模型的稳健性也出现了明显变化，与按时间段分组时相比，简单回归树模型的拟合程度差异在不同国家分组的测试集间表现得更加明显，并且在各测试集间的表现没有出现一致的趋势。与上述两类模型相比，随机森林模型不仅在样本内外的表现差异最小，并且在考虑不同因素组时，均表现出新兴市场国家拟合情况优于发达国家的趋势。

通过上述两次稳健性对比可以看出，尽管三类模型都能够在不同程度上解释分析历史，

¹考虑到 1991 年底苏联解体、1993 年欧盟成立，同时尽可能保持两组测试集数据量匹配，因此本文选择 1992 年底作为分割点。

甚至简单回归树模型在部分测试集中的拟合情况要优于其他模型，但只有随机森林模型在样本内与样本外表现差异相对较小，并且能够在考虑不同类型因素时在不同的测试集上表现出一致的趋势。从这个意义上看，随机森林模型的可信度最高，尤其是在将模型用于预测未来汇率收益率与货币避险价值影响因素时，应选择随机森林模型进行分析。

五、结论与启示

本文通过回归树与随机森林方法，在将本国因素、外国因素以及风险因素全数纳入模型后，利用世界上 153 个国家与地区 1970—2017 年的跨国面板数据对汇率收益率的影响因素进行了实证研究，并在此基础上分析哪些因素会对一国货币的避险价值产生显著影响。研究发现：第一，无论模型中是否考虑全球避险情绪，本国与外国因素对于汇率收益率均有一定影响，其中利率水平因素的影响最为明显，而理论上应与其有类似表现的价格水平因素，其影响程度则相去甚远；第二，尽管国家基本面因素对于汇率收益率的直接影响较弱，但影响经济基本面的因素却对其产生了显著的影响，尤其是否发生金融危机这类非常规因素对于汇率的影响更加剧烈；第三，在全球避险情绪和潜在风险上升时，利率水平、本国金融市场建设与资本市场开放情况对汇率收益率的影响出现了明显提升，但其中的大多数外国因素仅会影响汇率收益，而对货币避险价值的影响较小。

基于上述研究结论，本文就我国应如何深化人民币汇率改革、提升人民币的避险价值提出以下政策建议：第一，为提升人民币避险能力，需要进一步加强我国金融市场的基础设施建设，真正实现市场机制在利率市场上的指导作用，以此为基础逐渐改变国际投资者对于我国金融市场的刻板印象，提升我国金融市场与人民币的国际形象；第二，除金融市场建设外，我国既要进一步加强宏观经济建设以强化“内功”，也要逐步有序地提升对外开放水平来加强“外功”，通过“内外兼修”形成对人民币汇率的强力支撑作用，有效遏制资本外流，保障我国金融安全与稳定；最后，在人民币汇率改革与资本市场开放过程中，尽管也需要注意各类外国因素对于人民币的影响，但更重要的是防范因本国因素变化而对人民币汇率造成冲击，尤其是在全球避险情绪上升时，更需要注重稳定国内金融与经济环境，避免因风险要素变动而损害人民币币值的稳定性。

参考文献

- [1] 陈仪, 张鹏飞, 刘冲. 二元经济环境下的巴拉萨-萨缪尔森效应——对人民币实际汇率的再考察[J]. 金融研究, 2018, (7): 1-17.
- [2] 胡德宝, 苏基溶. 外商直接投资、技术进步及人民币实际汇率——基于巴拉萨-萨缪尔森模型的实证分析[J]. 国际金融研究, 2015(06): 76-84.
- [3] 赵文霞, 张定胜. 套息交易理论研究新进展[J]. 经济学动态, 2014(10): 141-147.
- [4] Breiman L, Friedman J, Stone C J. Classification and regression trees[M]. CRC press, 1984.
- [5] Bussiere M, Chinn M D, Ferrara L, et al. The new Fama puzzle[R]. National Bureau of Economic Research, 2018.
- [6] Byrne J P, Ibrahim B M, Sakemoto R. Carry trades and commodity risk factors[J]. Journal of International Money and Finance, 2019, 96:121-129.
- [7] Cairns J, Ho C, McCauley R N. Exchange rates and global volatility: implications for Asia-Pacific currencies[J]. BIS Quarterly Review, March, 2007:41-52.
- [8] Christiansen C, Rinaldo A, Söderlind P. The time-varying systematic risk of carry trade strategies[J]. Journal of Financial and Quantitative Analysis, 2011, 46(4):1107-1125.
- [9] Fama E F. Forward and spot exchange rates[J]. Journal of monetary economics, 1984, 14(3):319-338.
- [10] Fratzscher M. What explains global exchange rate movements during the financial crisis?[J]. Journal of International Money and Finance, 2009, 28(8):1390-1407.
- [11] Grisse C, Nitschka T. On financial risk and the safe haven characteristics of Swiss franc exchange rates[J]. Journal of Empirical Finance, 2015, 32:153-164.
- [12] Habib M M, Stracca L, Venditti F. The fundamentals of safe assets[J]. Journal of International Money and Finance, 2020, 102:102119.
- [13] Habib M M, Stracca L. Getting beyond carry trade: What makes a safe haven currency?[J]. Journal of International Economics, 2012, 87(1):50-64.
- [14] Hoffmann M, Studer-Suter R. Systematic consumption risk in currency returns[J]. Journal of International Money and Finance, 2017, 74:187-208.
- [15] Hoffmann M, MacDonald R. A real differential view of equilibrium real exchange rates and misalignments[R]. CFS Working Paper, 2000.
- [16] Hossfeld O, MacDonald R. Carry funding and safe haven currencies: A threshold regression approach[J]. Journal of International Money and Finance, 2015, 59:185-202.
- [17] Kalok C, Jian Y, Yinggang Z. Conditional co-skewness and safe-haven currencies: A regime switching approach[J]. Journal of Empirical Finance, 2018, 48:58-80.
- [18] Kohler M. Exchange rates during financial crises[J]. BIS Quarterly Review, March, 2010:39-50.
- [19] Menkhoff L, Sarno L, Schmeling M, et al. Carry trades and global foreign exchange volatility[J]. The Journal of Finance, 2012, 67(2):681-718.
- [20] Nadal-De Simone M F, Razzak W. Nominal exchange rates and nominal interest rate differentials[M]. International Monetary Fund, 1999.
- [21] Rinaldo A, Söderlind P. Safe haven currencies[J]. Review of finance, 2010, 14(3):385-407.
- [22] Rey H. Dilemma not trilemma: the global financial cycle and monetary policy independence[R]. National Bureau of Economic Research, 2015.
- [23] Stracca L. Our currency, your problem? The global effects of the euro debt crisis[J]. European Economic Review, 2015, 74:1-13.

What Makes Safe-haven Currency: Analysis Based on Machine Learning Method

DING Jianping, WU Yang, WU Xiaowei

Abstract: Since the beginning of this year, the COVID-19 epidemic wreaked havoc all over the world and raised the risks of financial and economic crises once again. Under the background of increasing global uncertainty, if RMB can still maintain appreciation and remain stable (i.e. become a safe haven currency), on the one hand, it will effectively reduce capital outflow, thus ensuring China's financial security and stability, on the other hand, it can greatly enhance the international status of RMB. Using an exchange rate factor model, the article finds that not only native factors but also foreign and global risk factors could affect currency performance and safe-haven value, then the theoretical result is tested by an empirical model using machine learning methods. The empirical result shows that: (1) Both native and foreign factors have certain influences on the safe-haven value of currency, and interest rate factor has the most obvious influence among all factors, while the influence of price level factor has a large gap than interest rate; (2) Fundamental factors in most countries will not directly affect the safe-haven value of currency, but will have a significant indirect impact through various factors affecting economic fundamentals; (3) Native interest rate, financial market construction level, and capital market openness are of great significance for both currency performance and safe-haven value, while most foreign factors only affect currency performance and have relative small effect on safe-haven value.

Keywords: Safe-haven Currency; Factor Model; Interest Rate Parity; Random Forest Model; Machine Learning



中国人民大学国际货币研究所
INTERNATIONAL MONETARY INSTITUTE OF RUC

地址：北京市海淀区中关村大街 59 号文化大厦 605 室，100872 电话：010-62516755 邮箱：imi@ruc.edu.cn