

编号：B432

基于 Prophet 模型的互联网货币基金研究

论文题目：基于 Prophet 模型的互联网货币基金研究

参赛学校：浙江工商大学

参赛成员(作者)：夏启铭、蓝志雄、谷蕙君

指导老师：郭宝才

目 录

摘要.....	I
Abstract.....	III
一、引言.....	1
(一) 研究背景及意义.....	1
(二) 互联网货币基金概述.....	2
(三) 章节安排.....	4
二、文献综述.....	4
(一) 互联网货币基金研究现状.....	4
(二) 综述总结.....	5
三、数据来源与分析.....	6
(一) 数据来源.....	6
(二) 初步分析.....	7
四、模型建立与求解.....	11
(一) Prophet 模型建立.....	11
(二) 模型拟合结果.....	14
(三) 模型成分分析.....	19
(四) 预测表现.....	24
五、结论与建议.....	26
参考文献.....	29
致谢.....	31

表格及插图清单

表 1	互联网货币基金基本信息.....	6
表 2	互联网货币基金部分样本数据.....	7
表 3	描述统计量.....	9
表 4	缺失值个数统计.....	10
表 5	节假日汇总表.....	14
表 6	模型拟合效果评价.....	18
表 7	显著突变点个数变化.....	23
表 8	节假日拟合效果变化.....	24
表 9	大规模货币基金收益率预测结果.....	25
表 10	中规模货币基金收益率预测结果.....	25
表 11	小规模货币基金收益率预测结果.....	26
图 1	大规模货币基金收益率波动曲线图.....	8
图 2	中规模货币基金收益率波动曲线图.....	8
图 3	小规模货币基金收益率波动曲线图.....	9
图 4	大规模基金数据拟合图.....	15
图 5	中规模基金数据拟合图.....	16
图 6	小规模基金数据拟合图.....	17
图 7	趋势项.....	19
图 8	周期项（单位：周）.....	20
图 9	周期项（单位：年）.....	21
图 10	节假日项.....	22

摘要

随着数字化时代的发展,互联网金融在社会经济中的地位愈发重要。互联网货币基金作为传统货币基金顺应时代潮流的产物,因其高效、快捷、高效益等特点受到越来越多人的青睐,但由于货币基金的固有属性和互联网特性,使其潜在风险增加,而投资渠道的改变降低了投资门槛,大部分投资者没有具备相匹配的金融知识去规避风险。

本文立足于此背景,根据基金规模大小对所选取的互联网货币基金进行分类,并构建 Prophet 模型。一方面,分析模型中趋势项、周期项和节假日项的成分影响;另一方面,对各基金的风险差异进行探究。同时,通过模型预测结果和样本外数据的比较,评价模型预测能力,为互联网货币基金的选配及管理提供可靠的参考。

本文的创新点有二:第一,前所未有地将 Prophet 模型引入互联网货币基金的研究中,区别于 ARIMA、GARCH 等传统时间序列模型,考虑节假日效应、增加突变点选择使模型对货币基金收益率有更好的拟合和预测效果;第二,不同于以往的定性分析或不予分类地选取基金样本,本文选择有代表性的基金样本,以规模大小对各基金进行分类,定量分析规模对基金各方面的影响,对投资者未来的基金选择有重要参考价值。

研究结果表明:1)整体趋势上,受货币基金市场监管调控及新冠肺炎疫情影响,各货币基金收益率自数据采集起始日起(2018年5月)便持续走低,在2020年7月附近达到历史低点,而后逐渐回暖至正常水平;2)周期效应上,大规模货币基金每周三的周期项值最高、周五最低,而中小规模货币基金无明显相似规律。此外,每年夏季多为基金收益率低点,年末或春节附近多为一年中的收益率高峰;3)节假日效应上,大规模货币基金的节假日项通常为正,而中小规模货币基金则不一定,且极少部分中小规模货币基金对节假日并不敏感;4)收

益率差异方面,大规模货币基金整体收益率比较趋同,而中小规模货币基金收益率差异较大;5)通过样本外数据与预测数据的比较,发现 Prophet 模型能够很好地预测收益率,且能够较好地预测未来基金收益率波动情况。

关键词:互联网货币基金;时间序列;Prophet 模型;节假日效应;突变点选择

Abstract

With the development of digital era, Internet finance plays an increasingly important role in social economy. As a product of the trend of the times of traditional monetary fund, Internet monetary fund is favored by more and more people because of its high efficiency, quickness, high benefit and other characteristics. However, due to the inherent attributes of Monetary Fund and Internet characteristics, its potential risks increase, and the change of investment channels reduces the investment threshold, Most investors do not have the matching financial knowledge to avoid risks.

Based on this background, this paper classifies the selected Internet money funds according to the fund size, and constructs the Prophet model. On the one hand, it analyzes the influence of trend term, cycle term and holiday term on each fund; On the other hand, it explores the risk differences of each fund. At the same time, through the comparison of the model prediction results and the data outside the sample, the prediction ability of the model is evaluated, which provides a reliable reference for the selection and management of Internet Monetary Fund.

There are two innovations in this paper: Firstly, the Prophet model is introduced into the research of Internet monetary fund, which is different from traditional time series models such as ARIMA and GARCH. Considering the festival effect and increasing the selection of mutation points, the model has better fitting and forecasting effect on the return of Monetary Fund; Secondly, different from the previous qualitative analysis or no classification of fund samples, this paper selects representative fund samples, classifies the funds according to the size, and quantitatively analyzes the impact of the size on all aspects of the fund, which has

important reference value for investors to choose the fund in the future.

The results show that: 1) On the whole, the yield of monetargets continued to decline from the date of data collection (May 2018), and reached a historical low near July 2020, and then gradually recovered to normal level. 2) In terms of cyclical effect, large-scale monetary funds have the highest value on Wednesday and the lowest value on Friday, while small and medium-sized monetary funds have no obvious similar rules. In addition, most of the fund returns are low in summer, and most of the returns peak at the end of the year or near the Spring Festival; 3) In terms of holiday effect, the holiday items of large-scale monetary funds are usually positive, while small and medium-sized monetary funds are not necessarily, and a few small and medium-sized monetary funds are not sensitive to holidays; 4) In terms of return difference, the overall return of large-scale monetary funds tends to be the same, while the return of small and medium-sized monetary funds is quite different; 5) Through the comparison of out of sample data and forecast data, it is found that Prophet model can well predict the return rate, and can better predict the future volatility of fund return rate.

Key words: Internet Monetary Fund; Time Series; Prophet; Festival Effect; Mutation Point Selection

一、引言

(一) 研究背景及意义

1. 研究背景

党的十九届四中全会上，“数据”首次被国家以传统生产要素同等地位的方式纳入国家重要决策。2020年4月9日，中共中央国务院颁发的《关于构建更加完善的要素市场化配置体制的意见》中强调了当今社会发展中数据的重要性，文件指出，要加快培育数字要素市场，充分挖掘数据要素价值。在当今形势下，数据作为一种新的生产要素，可以为中国经济的发展注入崭新动力，也被越来越多的公司当成战略资源。

随着科技的发展，尤其是智能手机的普及使得人们的生活中无时无刻不在生产着数据，这些数据被后台记录并加以处理和分析，分析结果又能改善人们的生活体验，从而实现良性循环。互联网货币基金也是时代潮流的产物，它以传统的货币基金为基础，通过销售渠道的改变实现了金融创新，其规模正以惊人的速度扩张，通过数据这一新生产要素能对互联网货币基金进行更好的监管，降低其风险和危害，使其更好地为社会经济发展提供服务。

互联网货币基金是指依靠大数据、移动软件、网络支付、云计算方法等互联网工具，是实现传统货币基金与互联网结合创造出的新兴产品，其主要投资领域是银行存款、短期债券等低风险金融产品。2013年6月，阿里巴巴通过支付宝平台推出中国第一支互联网货币基金产品——余额宝，开创了互联网理财模式。互联网货币基金的出现简化了理财繁琐的手续，降低了理财的门槛。由于其基金赎回采用“T+0”到账，充分地体现了互联网金融的高效、快捷、高效益等特征，因此余额宝在推出后备受追捧。次年2月，余额宝用户超8000万，规模超5000亿元，其投资对象天弘基金一跃超过华夏基金成为全国最大的基金公司。受此影响，各大互联网企业及传统银行相继推出各种线上理财产品，互联网货币基金市

场迅速发展。

2. 研究意义

随着互联网货币基金这一新兴金融理财产品规模的不断扩大,且未来发展潜力无限,它对传统金融业及投资者的投资行为都带来了深刻影响。互联网货币基金兼具互联网和金融的双重属性,在实际的投资行为中比传统理财产品面临的风险状况更加复杂。虽然互联网货币基金面临的风险相比于证券和股票类基金来看相对较小,但它的收益率波动依然非常明显。因此,研究互联网货币基金收益率的变化趋势,不仅对理财投资者具有重要的参考价值,而且对于市场管理者了解当前的货币环境,制定相关的政策措施也具有重要的现实指导意义。结合已有的文献资料,就目前我国金融市场上的互联网货币基金产品的基本概念、运作机制和风险进行分析,通过 Prophet 模型来拟合数据、预测风险,为投资者提供各基金的风险参考,以便于进行理性投资。

(二) 互联网货币基金概述

互联网货币基金是在传统货币基金基础上的发展与创新。传统的货币基金是指从社会上募集大量个体投资者的闲散资金,由基金管理人运作,基金托管人保管资金的一种开放式基金,专门投向于货币市场风险小、短期(1年之内)有价证券的投资基金。不同于传统货币基金,互联网货币基金借助互联网支付平台,通过互联网支付工具购买产品、赎回资金,操作更为便捷。且相比于传统货币基金,互联网货币基金采用“T+0”的交易模式具有更高的流动性,消费者可以在买入互联网货币基金的当天进行网上赎回或将其用于网络支付。这种当天购买当天赎回的交易模式是传统货币基金不能实现的,如此便捷的互联网货币基金产品唤醒了大众的理财意识,吸引更多民众将手中的闲散资金投资此类产品,打破了传统商业银行在金融业务上的垄断。

基金风险是基金运作过程中可能招致的风险,分为市场风险和公司风险。市

场风险是由政治、经济、政策或法令变更等外在因素，导致市场行情波动所产生的投资风险；公司风险则是由基金经理公司的经营能力和可靠程度等引致的风险。而互联网货币基金不但面临着传统基金本身具有的风险，还面临由于结合互联网技术而引起的各种风险。除了与传统货币基金共有的风险，包括信用风险、利率风险和市场风险等外，互联网货币基金还存在特有的风险：

1) 流动性风险

互联网货币基金是借助第三方支付平台，采用“T+0”到账的交易方式使其具有更高的流动性，充分体现了互联网便捷高效的特点。这种资金随时都有赎回可能的交易方式对货币市场基金流动有了更高的要求，在给互联网货币基金产品市场带来巨大收益的同时，极可能使其面临巨额赎回。互联网货币基金的客户大部分都是普通居民，对投资理念和相关知识的了解还不够客观深刻，所以在投资收益有所波动或者羊群效应的带动下，互联网货币基金可能会出现难以预期的流动性风险。

2) 技术风险

互联网货币基金是基于计算机网络产生的新兴基金产品，其交易的实现与互联网安全密切相关。随着互联网的迅速发展与创新，相关政策法规可能出现滞后现象，从而导致一些互联网金融领域的漏洞出现。互联网中的大量未知因素形成了互联网交易中的潜在风险，且这种风险缺少相应的预防技术来控制。因此，技术风险将成为互联网货币基金所面临的特有风险中，极为重要且难以解决的风险。

3) 操作风险

互联网货币基金借助互联网支付平台进行交易，通过人脸识别、指纹识别、密码输入等方式实现基金产品的购进赎回或者支付。随着基金产品的发展更新，以余额宝为代表的众多互联网货币基金可用于日常支付使用，导致货币基金的吞

吐频率大大增加,这就对第三方支付平台的安全问题产生了巨大考验。在支付方式不断更新,互联网货币基金产品无孔不入的市场中,操作风险应得到更大的重视。

4) 法律风险

越来越多的投机者把资金积累到互联网货币基金产品中,大量的资金正流转 to 银行系统外的市场,使得中央银行无法全面对其进行风险控制。巨大的规模扩张和对传统货币基金市场产生的冲击很可能也难免会发生一些相关的法律、法规和监管政策上的冲突。现有的货币基金监管体制相对于飞速发展的互联网货币基金较为滞后,因此种类繁多的基金质量无法得到有效的监管保障。

(三) 章节安排

第一部分为前言,介绍研究背景及意义,对互联网货币基金进行概述,罗列文章的整体安排。

第二部分为文献综述,阐述国内外研究现状,并进行综述总结。

第三部分为数据来源与分析,说明数据来源,对基金数据进行初步分析。

第四部分为模型建立与求解,建立 Prophet 模型,对比考虑节假日效应与否的模型拟合效果,使用样本外数据进行模型预测能力评价。

第五部分为结论与建议,给出文章结论及建议。

二、文献综述

(一) 互联网货币基金研究现状

胡锦涛(2015)通过中美互联网发展模式 and 环境的对比发现中美两国互联网金融业务模式发展差异与其经济、文化、制度环境有着密切联系,并对中国互联网金融发展提出了相关建议。赵启星等(2015)将互联网货币基金风险分为与传统基金共有风险和其特有的风险,且在信用机制建立、行业自律、法律法规完善方面提出了解决措施。宋秋平(2016)也将互联网货币基金的风险分为与传统基

金共有风险和其特有的风险两类，从定性和定量两个角度比较两类风险的差异，揭示了我国货币市场基金发展不成熟的现状。李志鹏和姚小义（2015）将货币基金分为传统型基金、对接互联网型传统基金和纯互联网基金三种类型，采用 GARCH 模型对 24 支样本基金（时间跨度超过一年）收益率的 VAR 值进行测度，结果表明收益波动风险最低、最为稳健的是纯互联网基金。徐争荣和林清泉（2018）在探究中国互联网货币基金收益率的影响因素中发现收益率与股市波动的关系并不显著。罗斌宇（2021）通过构建 GARCH 模型发现风险对互联网货币基金的收益率影响并不显著，表明互联网货币基金的风险总体上较小。邓雪萍和雷良海（2020）对 30 支互联网货币基金的 VAR 值进行测算与评估，结果表明基金收益率与 VAR 值的关系没有完全体现市场规律，说明我国互联货币基金在风险控制上还有很大的提升空间。陈慕雨和张鑫阳（2020）以余额宝为代表对互联网货币基金优势及劣势进行分析，指出了其目前存在的问题，包括支付安全问题、流动性风险、发展空间限以及法规政策的变动，强调了创新对互联网货币基金市场发展的重要性。

（二）综述总结

综上，国内学者对中国互联网货币基金的发展现状和收益风险进行研究，揭示了目前互联网货币基金的发展特点和存在的一些问题。但是收益风险的分析中所采用的模型过于单一，对互联网货币基金产品的样本选取也没有明确的分类，这样得到的结果总体上基本一致，无法对不同规模的基金产品进行具体分析。同时，考虑到目前国内极少有学者研究收益风险时会考虑到季节、节假日对收益波动的影响。因此，本文以此为切入点，选取不同规模类别的互联网货币基金，建立考虑节假日效应的 Prophet 模型，对不同规模的基金产品进行具体且全面的风险分析与预测。

三、数据来源与分析

(一) 数据来源

本文在互联网货币基金预测分析时，以规模大小为依据来选取所研究的基金。将 100 亿基金规模以下的基金称为小规模互联网货币基金，将 100 亿-500 亿基金规模的基金称为中规模互联网货币基金，将 500 亿规模以上的称为大规模互联网货币基金。考虑到在所研究时间范围内基金规模的变化，规定所选取的研究基金在所研究的时间范围内都需属于同一规模。以此为选取标准，在每种规模基金中各选取五支互联网货币基金作为研究对象，其基本信息见表 1。

表 1 互联网货币基金基本信息

所属类别	基金名称	基金代码	基金规模（亿元） （截止至：2020 年 3 月 31 日）
小规模	广发天天红货币 A	000389	22.03
	南方收益宝货币 A	202307	5.65
	诺安货币 A	320002	1.57
	上银慧财宝货币 A	000542	2.73
	泰康薪意保货币 A	001477	8.07
中规模	博时合鑫货币	003206	157.64
	华夏现金增利货币 A/E	003003	418.85
	平安财富宝货币	000759	475.81
	银华多利宝货币 B	000605	128.01
	招商招钱宝货币 A	000588	230.92
大规模	博时现金收益货币 A	050003	1815.69
	国泰利是宝货币	003515	1428.85
	平安日增利货币 A	000379	1343.23
	天弘余额宝货币	000198	9724.15
	易方达易理财货币 A	000359	2343.50

在确定研究对象后，从天天基金网上获取了所研究的 15 支互联网货币基金自 2018 年 5 月 3 日至 2021 年 5 月 3 日的七日年化收益率，部分样本信息见表 2。

表 2 互联网货币基金部分样本数据

所属类别	日期(2021) 基金名称	5.3	5.2	5.1	4.3	4.29	4.28	4.27
小规模	广发天天红货币 A	2.35%	2.35%	2.35%	2.35%	2.35%	2.34%	2.33%
	南方收益宝货币 A	2.31%	2.30%	2.30%	2.29%	2.27%	2.25%	2.25%
	诺安货币 A	1.82%	1.82%	1.83%	1.84%	1.84%	1.84%	1.83%
	上银慧财宝货币 A	2.19%	2.18%	2.18%	2.17%	2.14%	2.14%	2.14%
	泰康新意保货币 A	2.09%	2.09%	2.10%	2.10%	2.07%	2.07%	2.00%
中规模	博时合鑫货币	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.40%	2.41%	2.41%
	华夏现金增利货币 A	2.13%	2.13%	2.13%	2.14%	2.12%	2.14%	2.15%
	平安财富宝货币	2.41%	2.54%	2.98%	2.98%	3.05%	3.11%	3.04%
	银华多利宝货币 B	2.35%	2.31%	2.30%	2.29%	2.40%	2.44%	2.44%
	招商招钱宝货币 A	2.23%	2.32%	2.35%	2.35%	2.41%	2.42%	2.47%
大规模	博时现金收益货币 A	2.22%	2.22%	2.21%	2.21%	2.21%	2.20%	2.18%
	国泰利是宝货币	2.32%	2.31%	2.30%	2.30%	2.33%	2.26%	2.23%
	平安日增利货币 A	2.48%	2.50%	2.58%	2.58%	2.47%	2.26%	2.23%
	天弘余额宝货币	2.13%	2.13%	2.13%	2.13%	2.13%	2.14%	2.15%
	易方达易理财货币 A	2.22%	2.22%	2.21%	2.21%	2.21%	2.20%	2.18%

(二) 初步分析

对所研究的 15 支互联网货币基金的收益率进行描绘, 结果见图 1、图 2 和图 3。

从图中可以看出, 所有 15 支互联网货币基金的收益走势大体上保持一致。在 2020 年 1 月至 2020 年 7 月出现了大幅度的下跌, 随后又逐步回升。这一时期, 新冠肺炎席卷中国, 导致中国经济在该阶段出现了停滞。在中国政府强力且有效的管控下, 中国又是世界上第一个重启经济的国家, 基金的收益走势与该阶段社会经济形式相符。将不同规模基金的收益波动对比来看, 可以发现大规模的基金收益波动很少出现大幅度的变化, 反映在图中为其曲线走势更为平滑。而小规模基金的收益率会常常在短时间内出现大幅上升或大幅下降的情况。

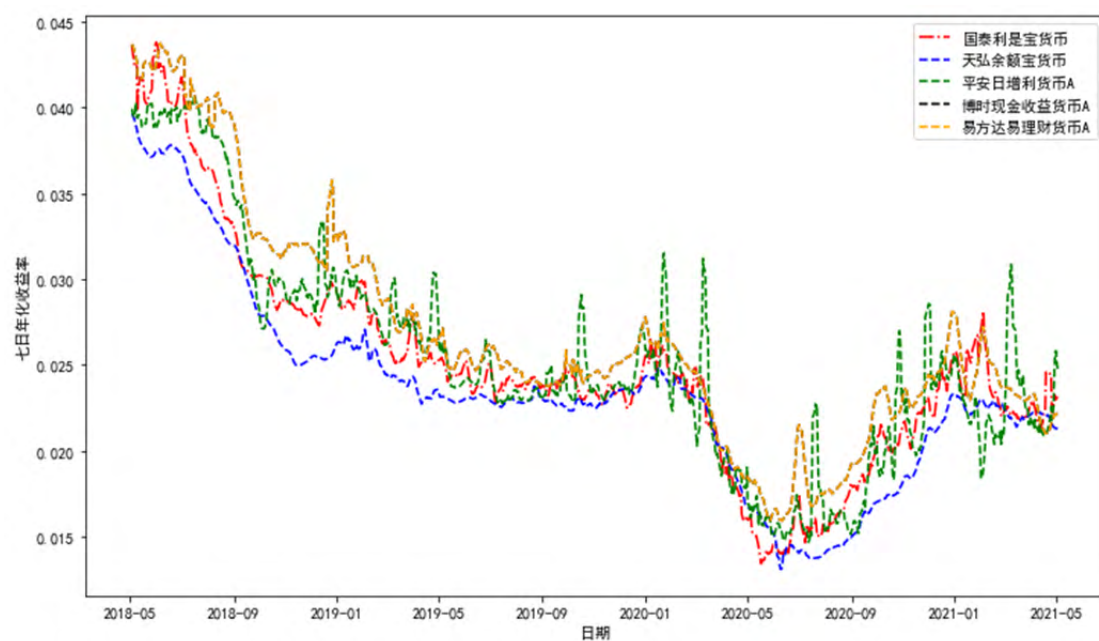


图 1 大规模货币基金收益率波动曲线图

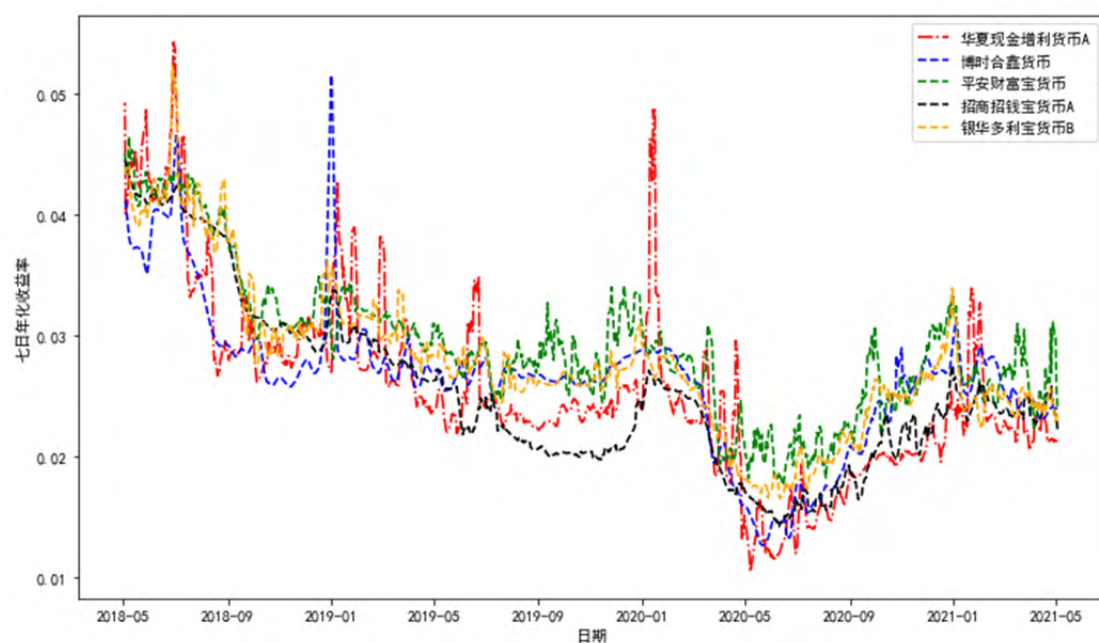


图 2 中规模货币基金收益率波动曲线图

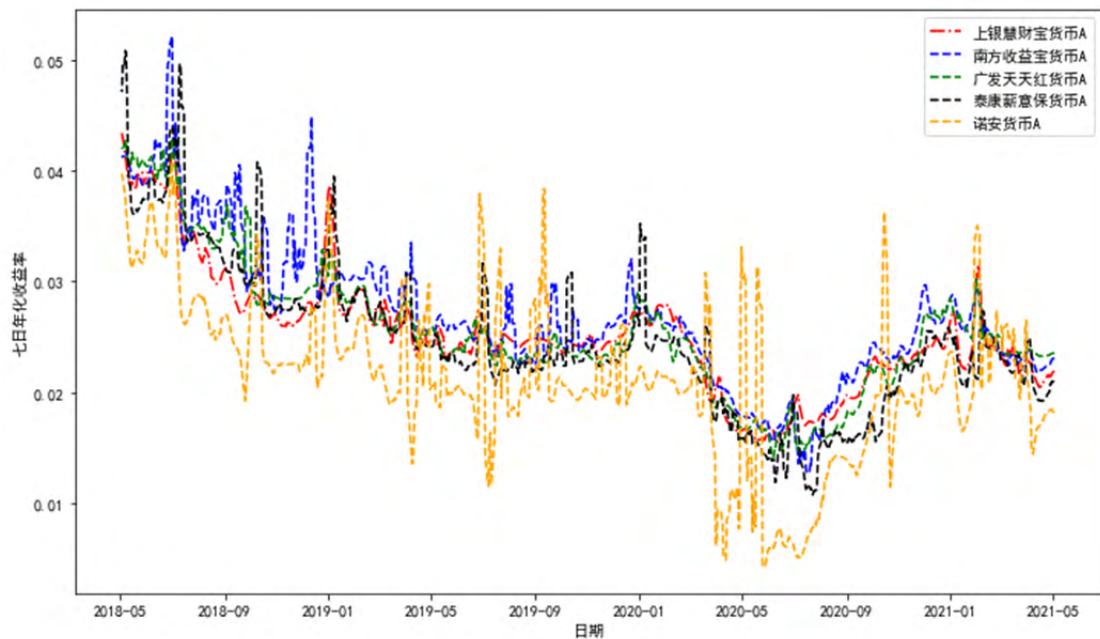


图 3 小规模货币基金收益率波动曲线图

为更好地了解所收集的数据，对 15 支互联网货币基金的一些基本统计特征加以计算，结果见表 3。

表 3 描述统计量

所属类别	基金名称	样本数	均值(%)	标准差(%)	最大值(%)	最小值(%)
小规模	广发天天红货币 A	1097	2.5615	0.6104	4.2930	1.4100
	南方收益宝货币 A	1096	2.6947	0.6452	5.2100	1.2670
	诺安货币 A	1095	2.1335	0.7110	4.0780	0.4230
	上银慧财宝货币 A	1085	2.5338	0.5479	4.3390	1.5530
	泰康薪金宝货币 A	1097	2.4685	0.6850	5.0810	1.0720
中规模	博时合鑫货币	1097	2.6467	0.5897	5.1500	1.2690
	华夏现金增利货币 A	1097	2.5634	0.7598	5.4170	1.0490
	平安财富宝货币	1097	2.9160	0.5941	4.6410	1.7630
	银华多利宝货币 B	1097	2.7907	0.6351	5.2200	1.6500
	招商招钱宝货币 A	1097	2.5451	0.7052	4.4440	1.4230
大规模	博时现金收益货币 A	1097	2.6744	0.6719	4.3730	1.5940
	国泰利是宝货币	1095	2.5024	0.6364	4.3790	1.3440
	平安日增利货币 A	1097	2.5433	0.6458	4.0750	1.4680
	天弘余额宝货币	1097	2.3485	0.5737	3.9590	1.3110
	易方达易理财货币 A	1097	2.6744	0.6719	4.3730	1.5940

由表 3 数据可知，平安财富宝货币的平均 7 日年化收益率最高，而诺安货币 A 的平均 7 日年化收益率最低，为 2.1335%。从标准差角度考虑，小规模互联网货币基金之间差异较大，其中上银慧财宝货币 A 的标准差为 0.5479%，而诺安货币 A 的标准差达 0.7110%。但是不同大规模互联网货币基金标准差之间差异较小。

本文所研究的 15 支基金中有 4 支存在缺失值。对于部分互联网货币基金数据中存在缺失值的情况，使用 python 中的 interpolate 函数进行插值处理。该方法是离散函数逼近的重要方法，通过离散数据有限点的取值情况，估算出在缺失值处的估计值并以此填充缺失值，缺失值个数统计见表 4。

表 4 缺失值个数统计

规模类别	基金	缺失值个数
大规模	国泰利是宝货币	2
	天弘余额宝货币	0
	平安日增利货币 A	0
	博时现金收益货币 A	0
	易方达易理财货币 A	0
中规模	华夏现金增利货币 A	0
	博时合鑫货币	0
	平安财富宝货币	0
	招商招钱宝货币 A	0
	银华多利宝货币 B	0
小规模	上银慧财宝货币 A	12
	南方收益宝货币 A	1
	广发天天红货币 A	0
	泰康薪金保货币 A	0
	诺安货币 A	2

此外，在建立模型时，以 Z-Score 标准化方法平滑数据集，其表达式如下：

$$Z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (1)$$

其中 μ 为训练数据集 7 日年化收益率的平均值, ν 是数据集 7 日年化收益率的标准差。

四、模型建立与求解

(一) Prophet 模型建立

Prophet 是 Facebook 公司于 2017 年发布的一个基于时间序列数据的预测算法,该算法在处理时间序列数据方面非常稳健,可以根据存在周期性的数据趋势给出未来预测 (Jackson 2021),同时该算法降低了对时间序列数据分析的门槛 (Christophorus 2020),即使对时间序列数据没有深入的研究也可以很好的使用该算法对时间序列数据进行分析预测。

传统的时间序列分析方法通常有以下缺点:(1)适用的时间序列数据局限性较大;(2)模型的灵活性不足;(3)模型对实际的指导作用不足。而 Prophet 算法不同于传统的时间序列分析方法,其本质是对时间序列数据的曲线拟合,同时把时间序列数据中存在的趋势变化节点(突变点)以及节假日效应考虑在内。Prophet 算法对存在趋势转变、异常值以及缺失值的时间序列数据有很好的预测表现 (Ibrahirm 2021),符合鲁棒性要求。

Prophet 模型使用可分解的时间序列模型,主要由趋势项、周期项、节假日项和误差项四个部分组成:

$$y(t) = g(t) + s(t) + h(t) + \epsilon_t \quad (2)$$

其中 $g(t)$ 是趋势项,反映了时间序列的非周期性变化; $s(t)$ 是周期项,反映了时间序列的周期性变化,一般情况下以周或年为单位; $h(t)$ 是节假日项,反映了由不规律的节假日所产生的影响; ϵ_t 是误差项,反映了上述变量未考虑因素对时间序列所造成的影响,其一般服从于正态分布。Prophet 模型通过拟合上述四项来得到最终的时间序列预测值。

在趋势项构造中,Prophet 采用两种方法:饱和增长模型以及分段线性模型。其中,饱和增长模型以 logistic 模型为基础进行构造,其表达式为:

$$g(t) = \frac{C}{1+\exp(-K(t-m))} \quad (3)$$

其中C表示承载能力，K表示曲线增长率，m是偏移量参数。但在实际应用过程中，C不可能是常量，其可能随着时间的改变而发生相应的变化。因此，在Prophet模型中，C用随时间变化的函数C(t)来代替。此外，曲线增长率也不是恒定的。

Prophet中通过明确定义允许增长率k发生变化的变点，来将增长率的变化纳入趋势模型中。假定在一段时间内确定S个变点，各变点放置时间点为 S_j ，j为正整数且 $1 \leq j \leq S$ 。定义向量 $\delta \in \mathbb{R}^S$ ，其中 δ_j 表示 S_j 时刻增长率的变化量。用k表示原始增长率，故任意时间点t上的增长率就是 $k = \sum_{j:t>S_j} \delta_j$ 。可以通过定义一个指数函数 $a(t) \in \{0,1\}^S$ 来更清楚地表示：

$$a_j(t) = \begin{cases} 0, & \text{if } t \geq S_j \\ 1, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

故任意时间点t上的增长率就可以表示为 $k + a^T \delta$ 。一旦增长率发生变化，偏移量参数也需要随之发生变化，从而使各变点间的线段相连，偏移量参数可以通过一个关系式得到：

$$Y_j = (S_j - m - \sum_{l<j} Y_l) \left(1 - \frac{k + \sum_{l<j} \delta_l}{k + \sum_{l \leq j} \delta_l} \right) \quad (5)$$

故饱和增长模型的表达式如下：

$$g(t) = \frac{C(t)}{1+\exp\left(-(k+a(t)^T \delta)(t-(m+a(t)^T Y))\right)} \quad (6)$$

分段线性模型是另一类构造趋势项的模型，其模型表达式为：

$$g(t) = (k + a(t)^T \delta)t + (m + a(t)^T Y) \quad (7)$$

其中k是曲线增长率， δ 是曲线增长率变化量，m是偏移量参数，为保证函数的连续性，令 $Y_j = -S_j \delta_j$ 。

变点的选择可根据其应用场景的实际情况进行指定，也可以让模型自动选择。在一切都是默认的前提下，模型使用前80%的时间序列数据，通过等分的方法选择25个变点。变点的增长率 δ_j 服从参数 $\mu=0, b=0.05$ 的Laplace分布。通过

改变 b 的取值，可控制模型在增长率改变时的灵活度。当 b 趋向于 0 时， δ_j 也趋向于 0，但对模型的初始增长率 k 毫无影响。

在长度为 T 的历史时间序列数据中，通过人为选定或模型自动生成，得到 S 个变点，其所对应的 $\delta_j \sim \text{Laplace}(0, b)$ 。在预测事物未来发展趋势时，通过 passion 分布等概率分布方法确定相应变点位置。确定相应变点位置后，相应变点对应的增长率 δ_j 也需确定。令

$$\lambda = \frac{1}{S} \sum_{j=1}^S |\delta_j| \quad (8)$$

故新的增长率变化量通过以下规则来确定：

$$\delta_j = \begin{cases} 0 & , \text{ with propability } \frac{T-S}{T} \\ \sim \text{Laplace}(0, \lambda) & , \text{ with propability } \frac{S}{T} \end{cases} \quad (9)$$

在周期项构造中，Prophet 采用傅里叶级数来表示时间序列数据中存在的周期性。该傅里叶级数形式为：

$$S(t) = \sum_{n=1}^N \left(a_n \cos\left(\frac{2\pi nt}{P}\right) + b_n \sin\left(\frac{2\pi nt}{P}\right) \right) \quad (10)$$

其中 P 为时间序列周期。通常的，以年为周期的数据选用 $P = 365.25$ ，此时 N 一般选为 10，以周为周期的数据选用 $P = 7$ ，此时 N 一般选为 3。拟合周期项需要 $2N$ 个参数 $\beta = (a_1, b_1, \dots, a_N, b_N)^T$ ，故 $S(t)$ 可以表示为

$$S(t) = X(t) \beta \quad (11)$$

其中 $X(t) = \left[\cos\left(\frac{2\pi(1)t}{P}\right), \sin\left(\frac{2\pi(1)t}{P}\right), \dots \right]$ 。值得一提的是，当生成模型时令 $\beta \sim N(0, \sigma^2)$ ，可以通过控制 σ 的值来控制周期效应的影响。当 σ 变大时，周期效应对模型的影响增大；当 σ 变小时，周期效应对模型的影响减小。

除周期性影响因素外，一些非周期的节假日因素也会对时间序列数据产生很大的影响，且各个国家和地区的节假日都不相同，不仅是普通意义上的节假日，

一些对社会产生显著影响的事件也纳入节假日的范畴。例如，中国的国庆节、美国的超级碗赛事等。因节假日的长短不同，影响力不同，对时间序列数据的影响程度也会产生区别。Prophet 模型在节假日项构造中，将不同的节假日当作相互独立的模型，并且用不同的前后窗口值来表示不同节假日对时间序列数据的影响时间。令 D_i 表示第 i 个节假日的前后一段时间，用一个指数函数来表示节假日效应，同时引入参数 κ_i ，用以表示第 i 个节假日的影响范围。假定在所探究的时间区间内有 L 个节假日，首先生成一个解释变量矩阵：

$$Z(t) = [1(t \in D_1), \dots, 1(t \in D_L)] \tag{12}$$

因此节假日项 $h(t) = Z(t)\kappa$ ，其中 $\kappa = (\kappa_1, \kappa_2, \dots, \kappa_L)^T$ ， κ 服从于 $N(0, \nu^2)$ 。与周期项构造类似，可以通过控制 ν 的值来控制节假日效应的影响。当 ν 变大时，节假日效应对模型的影响增大；当 ν 变小时，节假日效应对模型的影响减小。

通过上述趋势项、周期项、节假日项模型的建立，对函数 $y(t)$ 进行拟合，从而对各类时间序列数据进行分析、预测。

(二) 模型拟合结果

以 2018 年 5 月 3 日至 2021 年 5 月 3 日的历史数据为基础，采用默认突变点个数（25 个），突变点存在于前 95% 的时间序列数据中，并在模型中加入节假日项，所添加的节假日如表 5 所示。

表 5 节假日汇总表

节日	日期
元旦节	2019 年 1 月 1 日、2020 年 1 月 1 日、2021 年 1 月 1 日
农历新年	2019 年 2 月 5 日、2020 年 1 月 25 日、2021 年 2 月 12 日
清明节	2019 年 4 月 5 日、2020 年 4 月 4 日、2021 年 4 月 4 日
劳动节	2019 年 5 月 1 日、2020 年 5 月 1 日、2021 年 5 月 1 日
端午节	2018 年 6 月 18 日、2019 年 6 月 27 日、2020 年 6 月 25 日
中秋节	2018 年 9 月 24 日、2019 年 9 月 13 日、2020 年 10 月 1 日
国庆节	2018 年 10 月 1 日、2019 年 10 月 1 日、2020 年 10 月 1 日

使用 Porphet 模型对各基金进行拟合求解，大规模、中规模和小规模的拟合结果如图 4、图 5 和图 6 所示。图中黑色离散点为实际值，蓝色线条为拟合线，浅蓝色带宽区域为拟合值的 95% 置信区间。

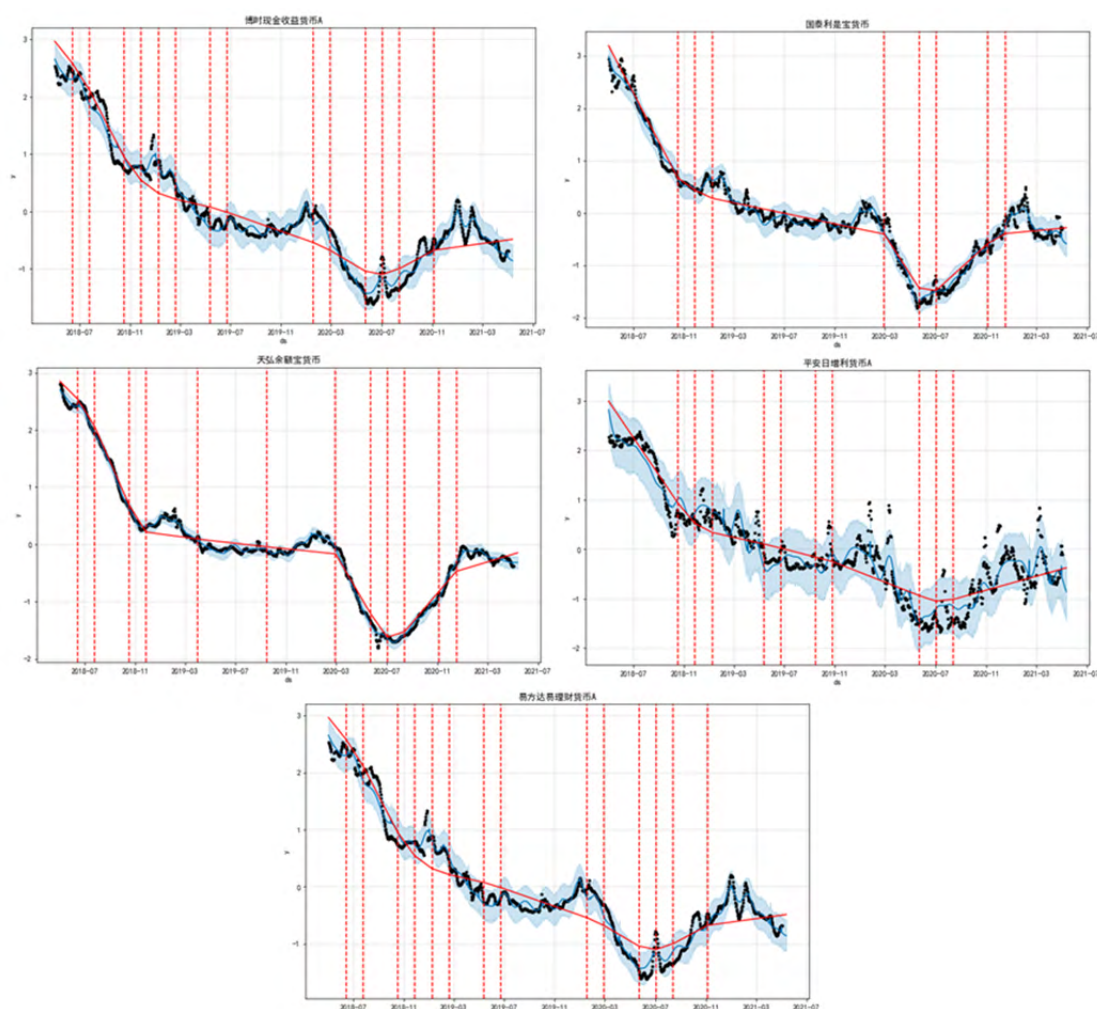


图 4 大规模基金数据拟合图

图 4 基金从左向右、从上至下分别为博时现金收益货币 A、国泰利是宝货币、天弘余额宝货币、平安日增利货币 A 和易方达易理财货币 A。

从图 4 的拟合结果及其实值的变化趋势可以看出，大规模互联网基金产品整体呈现平稳态势。其中天弘余额宝货币的七日年化收益率波动程度最小、最为稳定，更易于拟合，其对应的置信区间精度最高。而平安日增利货币 A 相比之下波动程度最大、最不稳定，更不易于拟合，其对应的置信区间精度也是最低

的。

从变量的异常值角度看，天弘余额宝鲜见异常波动点，其拟合效果最优；博时现金收益货币 A、国泰利是宝货币和易方达易理财货币 A 波动点较少，其拟合结果也较优；平安日增利货币 A 异常波动点较多，其拟合结果相比最差。

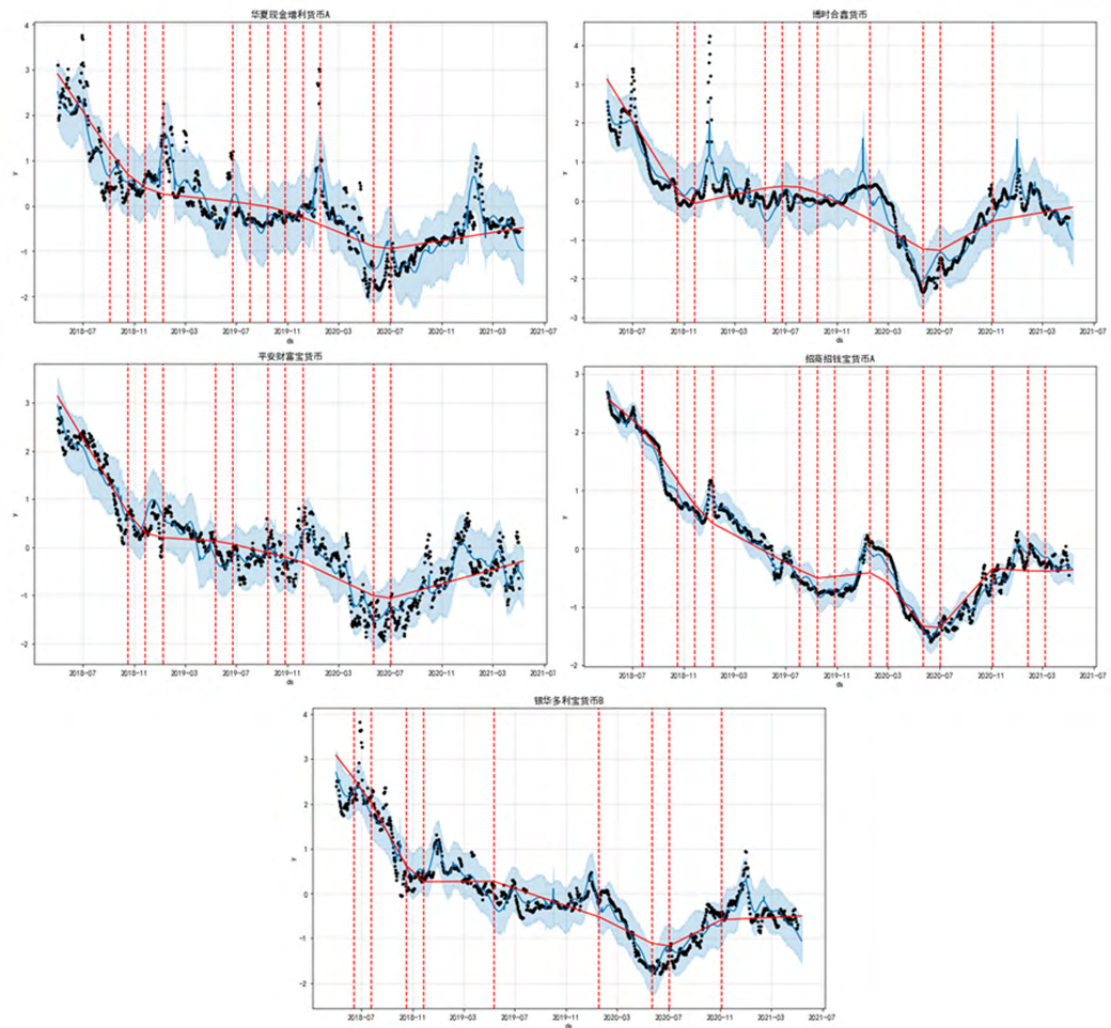


图 5 中规模基金数据拟合图

图 5 基金从左向右、从上至下分别为华夏现金增利货币 A、博时合鑫货币、平安财富宝货币、招商招钱宝货币 A 和银华多利宝货币 B。

招商招宝货币 A 的收益率更为稳定，模型的拟合程度更好，所对应的置信区间的精度表现更为优异。相反，华夏现金增利货币 A 在模型中的拟合程度较差，对应的置信区间精度较低。

从变量的异常值角度看，招商招钱宝货币 A 和银华多利宝货币 B 波动点较少，其拟合结果也更优；博时合鑫货币偶见异常波动点，其拟合结果较优；华夏现金增利货币 A 和汇平安财富宝货币异常波动点较多，其拟合结果较差。

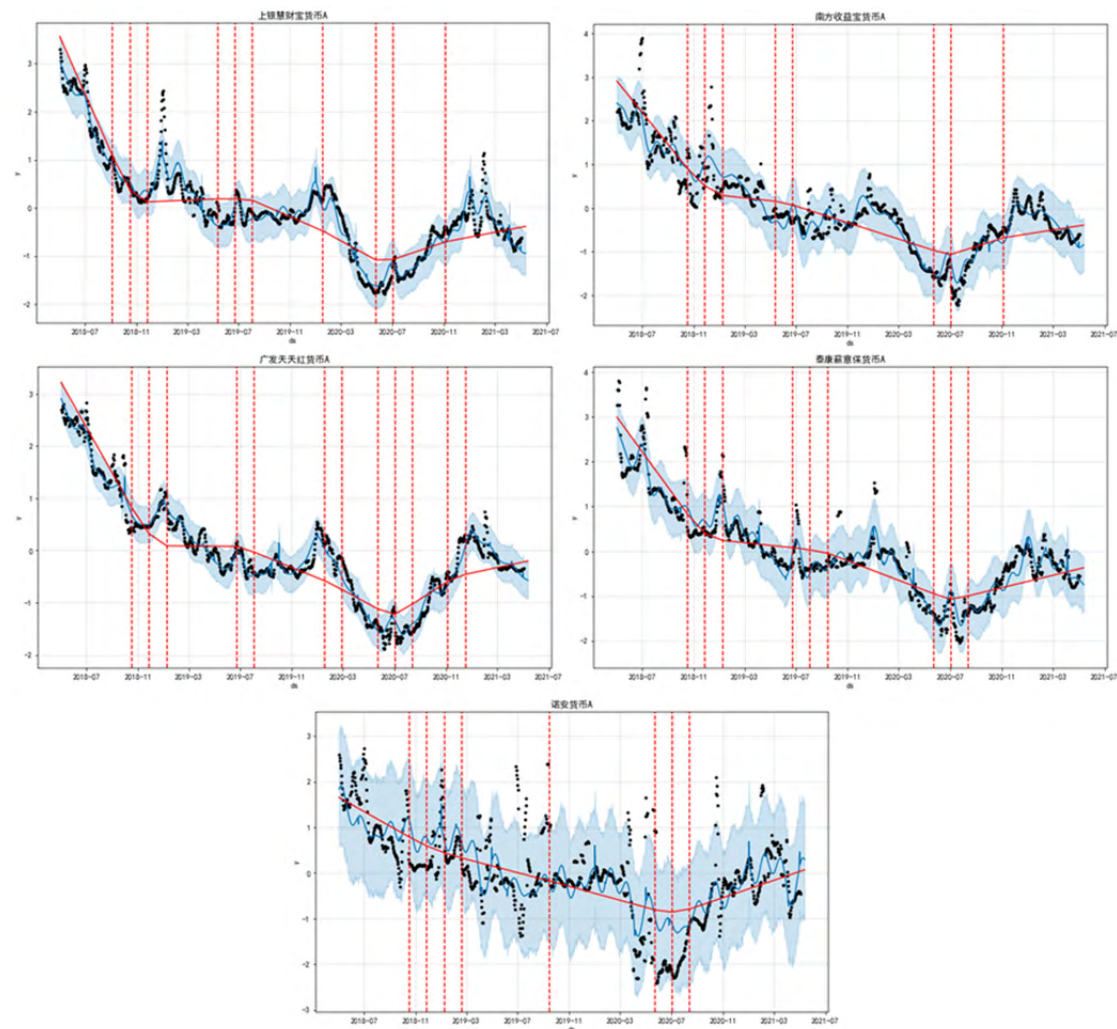


图 6 小规模基金数据拟合图

上图 6 基金从左向右、从上至下分别为上银慧财宝货币 A、南方收益宝货币 A、广发天天红货币 A、泰康新意保货币 A、诺安货币 A。

从图 6 的拟合结果及其实际值的变化趋势可以看出，小规模货币基金产品整体趋势平稳度较差。其中广发天天红货币 A 的七日年化收益率波动程度相对最小、最为稳定，更易于拟合，其对应的置信区间精度最高。诺安货币 A 则波动程度最大、最不稳定，更不易于拟合，其对应的置信区间精度最低。

从变量的异常值角度看，广发天天红货币 A 和上银慧财宝货币 A 波动点较少，其拟合结果也较优；上银慧财宝货币 A 和泰康薪意保货币 A 存在少数异常波动点，其拟合结果一般；而诺安货币 A 异常波动点较多，其拟合结果最差。

上述图示结果显示了各规模基金产品模型拟合效果的大体情况，而具体数据可以更精确地比较不同基金产品的拟合程度，如表 6 所示。

表 6 模型拟合效果评价

规模类别	基金	MAE	MSE
大规模	博时现金收益货币 A	0.106735	0.019346
	国泰利是宝货币	0.091793	0.013888
	天弘余额宝货币	0.042191	0.003024
	平安日增利货币 A	0.219367	0.079689
	易方达易理财货币 A	0.106735	0.019346
中规模	华夏现金增利货币 A	0.258913	0.141355
	博时合鑫货币	0.242186	0.117894
	平安财富宝货币	0.236484	0.089771
	招商招钱宝货币 A	0.103394	0.015966
	银华多利宝货币 B	0.188213	0.064419
小规模	上银慧财宝货币 A	0.169601	0.052600
	南方收益宝货币 A	0.234529	0.096787
	广发天天红货币 A	0.137390	0.031727
	泰康薪意保货币 A	0.215893	0.094695
	诺安货币 A	0.482039	0.430224

注：表 6 中 MAE、MSE 的计算使用标准化后的数据。

由表 6 可知，在大规模基金产品中，天弘余额宝货币的 MAE 和 MSE 数值最小，说明它的拟合程度和模型精度效果最好，而平安日增利货币 A 的 MAE 和 MSE 数值相比最高拟合效果较差；对于中规模产品，模型拟合效果最好的是招商招钱宝货币 A，较差的是博时合鑫货币；对于小规模基金产品，与图示结果相同，诺安货币 A 的模型拟合效果最差，精度也是最低的，但广发天天红货币 A 拟合较好，可对比中规模基金产品拟合效果。

综合上述分析，图表结果基本一致，大规模互联网货币基金的拟合效果总体上表现最好，小规模基金产品整体拟合度最差，中规模的产品表现平平，模型拟合效果介于大小规模基金产品之间，说明大规模基金产品的收益率更为平稳，而小规模基金产品收益波动明显，存在更多收益风险。

(三) 模型成分分析

1. 趋势项

各基金趋势项如图 7 所示。图中三列从左到右分别属于大规模、中规模和小规模，其中大规模从上至下分别为博时现金收益货币 A、国泰利是宝货币、天弘余额宝货币、平安日增利货币 A 和易方达易理财货币 A；中规模从上至下分别为华夏现金增利货币 A、博时合鑫货币、平安财富宝货币、招商招钱宝货币 A 和银华多利宝货币 B；小规模从上至下分别为上银慧财宝货币 A、南方收益宝货币 A、广发天天红货币 A、泰康薪金保货币 A、诺安货币 A。

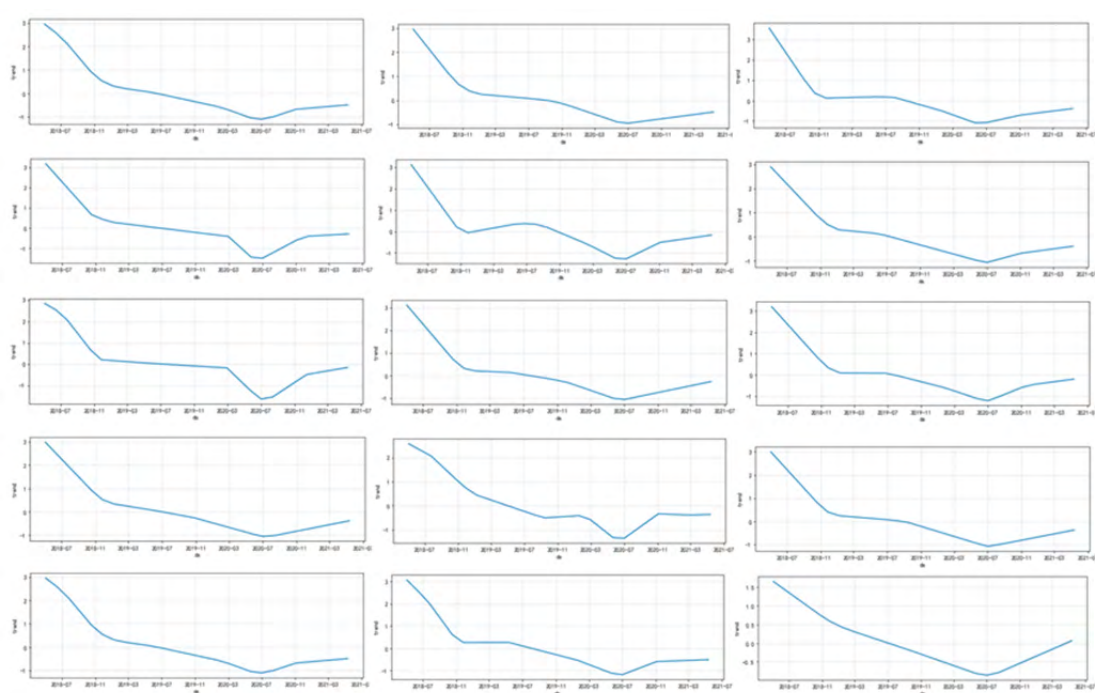


图 7 趋势项

从总体上看，不同规模的互联网货币基金的收益变化走势基本一致。2018 年 5 月至 2020 年 7 月呈现下降趋势，2020 年 7 月达到最低点。这种下降趋势可

以解释为随着互联网货币基金产品不断发展扩大，一方面央行逐渐降准，给出的利率随之下降，另一方面购买基金的人数越来越多，风险与高收益并存的项目反而不能投资，只能选择相对稳定但利益不高的项目，从而导致收益下降。在下降期间，2020 年 7 月前数月大部分基金产品收益的下降趋势更为迅速，这可能是受 2020 年爆发的新冠肺炎疫情的影响。而 2020 年 7 月后各产品收益均呈现上升态势，这是因为此时国内疫情状况逐渐缓和，全国经济开始复苏。

2. 周期项

各基金周期项分别如图 8（单位：周）、图 9（单位：年）所示（图示基金顺序同图 7）。

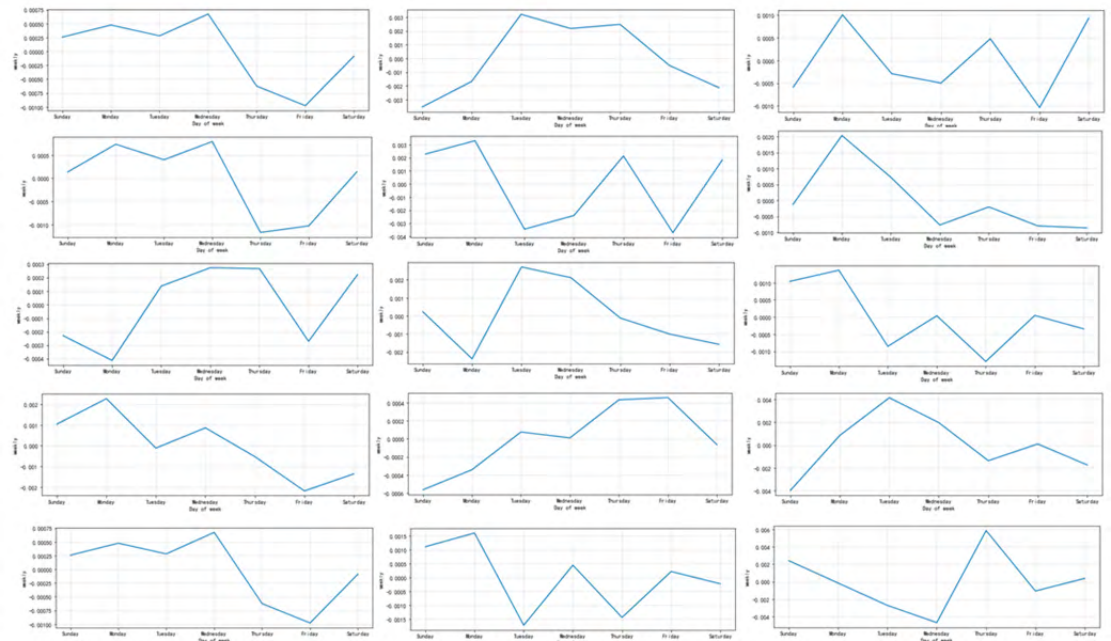


图 8 周期项（单位：周）

图 8 所示的是以周为周期单位的不同规模互联网货币基金产品收益变动情况。显然，大规模货币基金产品在每周三的收益相对较高，在周五相对较低。而中小规模基金产品的周期收益变动并无明显规律。

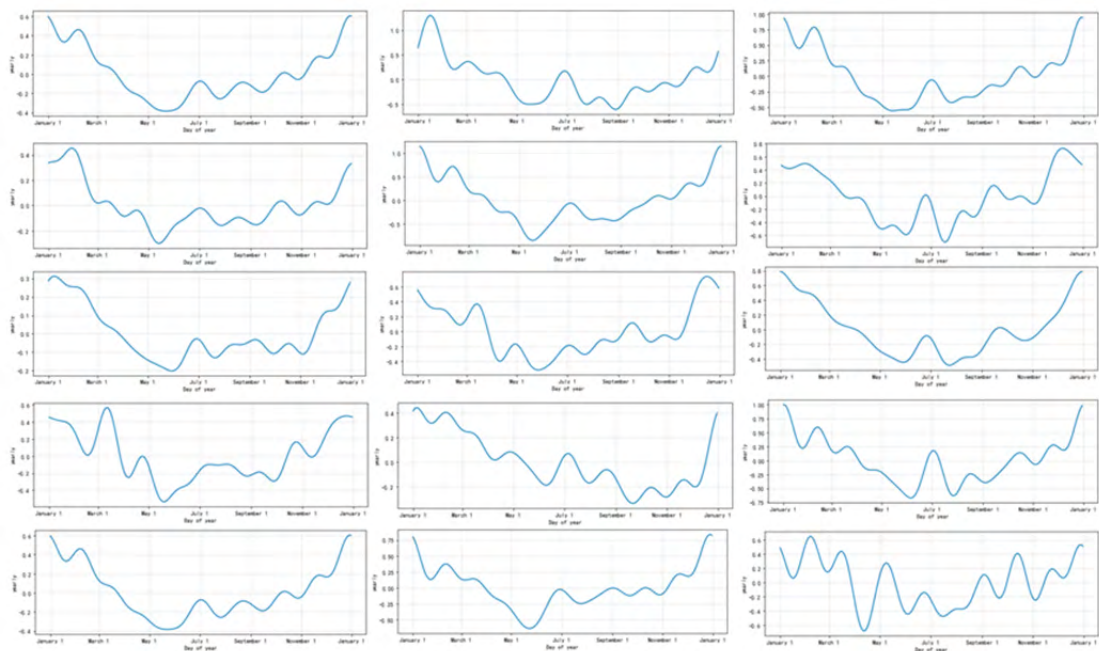


图 9 周期项 (单位: 年)

图 9 所示的是以年为周期单位的不同规模互联网货币基金产品收益变动情况。不难发现,不同规模基金产品基本都呈现相同趋势,即每年年末、春节前后是各产品收益最高的时节,而从 5 月开始也就是每年入夏时基金产品收益最低。

3. 节假日项

将各基金节假日项可视化,如图 10 所示(图示基金顺序同图 7)。



图 10 节假日项

由图 10 所示大规模互联网货币基金产品的节假日效应呈现为正向,而中小规模基金产品的节假日效应正负不定,这说明在节假日期间,大规模基金产品收益极有可能上涨,而中小规模产品收益起伏难测。针对具体基金产品,华夏现金增利货币 A 和博时合鑫货币都属于中规模货币基金产品,但同样在每年元旦、春节期间,华夏现金增利货币 A 的节假日效应均为负,且绝对值较大,说明该基金在此期间收益下跌,而博时合鑫货币恰好相反,在同一时间节假日效应为正,说明该基金在此期间收益上涨。这种情况在小规模产品中也有所体现,进一步印证了中小规模货币基金在节假日期间收益存在明显波动,存在一定的收益风险。

因此，在节假日期间，大规模基金产品相比中小规模产品更值得选择投资。

针对加入节假日效应前后的显著突变点变化，如表 7 所示。

表 7 显著突变点个数变化

规模类别	基金	考虑节假日效应前	考虑节假日效应后
大规模	国泰利是宝货币	11	8
	天弘余额宝货币	11	12
	平安日增利货币 A	9	10
	博时现金收益货币 A	12	14
	易方达易理财货币 A	12	14
中规模	华夏现金增利货币 A	11	12
	博时合鑫货币	12	10
	平安财富宝货币	11	10
	招商招钱宝货币 A	15	14
	银华多利宝货币 B	9	9
小规模	上银慧财宝货币 A	10	10
	南方收益宝货币 A	10	8
	广发天天红货币 A	12	12
	泰康薪意保货币 A	7	9
	诺安货币 A	7	8

由表 7 数据可知，不同的基金加入节假日效应前后的显著突变点变化不一，部分货币基金显著突变点增加，同时部分货币基金显著突变点减少。另外，不同规模的货币基金无明显的组内同质性。

由于文中的 Prophet 模型加入了节假日项，为评估模型在表 5 所示节假日的拟合效果变化，将剔除节假日项后重新进行拟合的模型在节假日时点的拟合数据和加入节假日项的拟合效果进行比较，结果如表 8 所示。

表 8 节假日拟合效果变化

规模类别	基金	考虑节假日效应前		考虑节假日效应后	
		MAE	MSE	MAE	MSE
大规模	博时现金收益货币 A	8.8567E-04	1.3107E-06	7.7692E-04	1.0443E-06
	国泰利是宝货币	5.0659E-04	3.5332E-07	4.3172E-04	2.4097E-07
	天弘余额宝货币	3.2347E-04	1.3853E-07	2.6900E-04	9.5758E-08
	平安日增利货币 A	1.5977E-03	4.7122E-06	1.4651E-03	3.4992E-06
	易方达易理财货币 A	7.4031E-04	9.1577E-07	6.4941E-04	7.2966E-07
中规模	华夏现金增利货币 A	2.0717E-03	6.1499E-06	1.6540E-03	3.6728E-06
	博时合鑫货币	2.0194E-03	1.6175E-05	2.0215E-03	1.2757E-05
	平安财富宝货币	2.0704E-03	6.8741E-06	1.9965E-03	6.3148E-06
	招商招钱宝货币 A	7.6758E-04	8.3296E-07	7.1319E-04	7.4138E-07
	银华多利宝货币 B	1.2555E-03	2.6366E-06	1.1148E-03	1.8983E-06
小规模	上银慧财宝货币 A	2.1334E-03	7.9413E-06	1.7532E-03	5.6496E-06
	南方收益宝货币 A	1.4081E-03	2.9520E-06	1.3722E-03	2.7894E-06
	广发天天红货币 A	9.9734E-04	1.7031E-06	8.1864E-04	9.8942E-07
	泰康薪意保货币 A	1.6137E-03	4.4197E-06	1.1662E-03	1.9977E-06
	诺安货币 A	2.9839E-03	1.7314E-05	3.0178E-03	1.5165E-05

注：表 8 中 MAE、MSE 的计算使用反标准化的数据。

由表 8 数据可知，加入节假日效应后，博时合鑫货币和诺安货币的 MAE 都有上升，但上升规模都不大，这可能是因为这两个基金对节假日效应不敏感所导致的，加之模型对所设定的节假日陷入过拟合，致使整体的 MAE 有所增大，但其 MSE 也出现了减少。其余 13 个基金的 MAE 和 MSE 都出现了下降，这说明其余基金对节假日效应都较为敏感，在模型建立时，节假日是一个重要的影响因素，从而使加入节假日效应后模型的总体拟合效果提升。而基金规模大小对节假日效应的影响并不明显。

(四) 预测表现

搜集到数据采集截止日后未来十天实际数据（2021 年 5 月 4 日至 2021 年 5 月 13 日）作为样本外数据，通过样本外数据与预测数据的比较，评估模型的预

测表现，大规模、中规模和小规模货币基金收益率的拟合值与实际值如表 9、表 10 和表 11 所示。

表 9 大规模货币基金收益率预测结果

日期	平安日增利货币 A		天弘余额宝货币		易方达易理财货币 A		博时现金收益货币 A		国泰利是宝货币	
	实际值	预测值	实际值	预测值	实际值	预测值	实际值	预测值	实际值	预测值
2021.5.4	2.3950%	2.1097%	2.1290%	2.7271%	2.2130%	2.2733%	2.1520%	1.9445%	2.3160%	2.3429%
2021.5.5	2.3500%	2.0884%	2.1280%	2.7271%	2.2110%	2.2695%	2.1510%	1.9398%	2.2670%	2.3353%
2021.5.6	2.1370%	2.0654%	2.1280%	2.7271%	2.2030%	2.2647%	2.1500%	1.9341%	2.2030%	2.3269%
2021.5.7	2.0830%	2.0426%	2.1260%	2.7268%	2.1990%	2.2608%	2.1700%	1.9295%	2.1830%	2.3205%
2021.5.8	2.0800%	2.0223%	2.1310%	2.7271%	2.1960%	2.2580%	2.1720%	1.9262%	2.1740%	2.3156%
2021.5.9	2.0580%	2.0041%	2.1300%	2.7270%	2.1910%	2.2552%	2.1730%	1.9228%	2.1650%	2.3108%
2021.5.10	2.0590%	1.9866%	2.1300%	2.7269%	2.1810%	2.2527%	2.1720%	1.9197%	2.1490%	2.3073%
2021.5.11	2.0500%	1.9681%	2.1260%	2.7274%	2.1700%	2.2502%	2.1680%	1.9168%	2.1310%	2.3043%
2021.5.12	2.0880%	1.9540%	2.1240%	2.7275%	2.1620%	2.2484%	2.1660%	1.9147%	2.1460%	2.3028%
2021.5.13	2.0370%	1.9402%	2.1210%	2.7276%	2.1560%	2.2460%	2.1580%	1.9117%	2.1270%	2.3008%
MAE	1.1556E-03		5.9986E-03		6.9680E-04		2.3722E-03		1.3062E-03	
MSE	2.0210E-06		3.5984E-05		4.9788E-07		5.6570E-06		1.9084E-06	

注：表 9 中 MAE、MSE 的计算使用反标准化的数据。

表 10 中规模货币基金收益率预测结果

日期	博时合鑫货币		华夏现金增利货币 A		平安财富宝货币		银华多利宝货币 B		招商招钱宝货币 A	
	实际值	预测值	实际值	预测值	实际值	预测值	实际值	预测值	实际值	预测值
2021.5.4	2.3980%	2.1928%	2.1300%	1.8694%	2.0680%	2.6149%	2.3530%	2.2140%	2.2260%	2.3328%
2021.5.5	2.4010%	2.1750%	2.1560%	1.8579%	2.0080%	2.6074%	2.3550%	2.2041%	2.2180%	2.3293%
2021.5.6	2.3980%	2.1597%	2.1960%	1.8487%	2.1270%	2.5977%	2.3550%	2.1916%	2.2130%	2.3257%
2021.5.7	2.3890%	2.1390%	2.1720%	1.8386%	2.3830%	2.5879%	2.3560%	2.1814%	2.2100%	2.3217%
2021.5.8	2.3800%	2.1260%	2.1690%	1.8308%	2.4110%	2.5776%	2.3560%	2.1700%	2.2040%	2.3170%
2021.5.9	2.3710%	2.1113%	2.1670%	1.8245%	2.4370%	2.5682%	2.3560%	2.1599%	2.1960%	2.3122%
2021.5.10	2.3620%	2.0984%	2.1680%	1.8218%	2.5950%	2.5559%	2.3720%	2.1496%	2.2100%	2.3078%
2021.5.11	2.3530%	2.0825%	2.1680%	1.8225%	2.6890%	2.5481%	2.3650%	2.1373%	2.2420%	2.3034%
2021.5.12	2.3430%	2.0729%	2.1880%	1.8198%	2.7210%	2.5370%	2.3530%	2.1290%	2.2490%	2.2986%
2021.5.13	2.3370%	2.0673%	2.1380%	1.8188%	2.7040%	2.5251%	2.3430%	2.1187%	2.2410%	2.2941%

MAE	2.5071E-03	3.2992E-03	2.6626E-03	1.9084E-03	9.3360E-04
MSE	6.3278E-06	1.0969E-05	1.0541E-05	3.7412E-06	9.3858E-07

注：表 10 中 MAE、MSE 的计算使用反标准化的数据。

表 11 小规模货币基金收益率预测结果

日期	广发天天红货币 A		南方收益宝货币 A		诺安货币 A		上银慧财宝货币 A		泰康薪意保货币 A	
	实际值	预测值	实际值	预测值	实际值	预测值	实际值	预测值	实际值	预测值
2021.5.4	2.3480%	2.5999%	2.3120%	2.1137%	1.8070%	2.9503%	2.1940%	1.8740%	2.0950%	2.0958%
2021.5.5	2.3400%	2.5975%	2.3100%	2.1151%	1.7930%	2.9665%	2.1960%	1.8680%	2.0310%	2.0865%
2021.5.6	2.3330%	2.5940%	2.2940%	2.1187%	1.7860%	2.9870%	2.1910%	1.8636%	2.0330%	2.0760%
2021.5.7	2.3410%	2.5922%	2.3330%	2.1225%	1.7870%	2.9926%	2.1740%	1.8582%	1.9960%	2.0687%
2021.5.8	2.3490%	2.5895%	2.3330%	2.1270%	1.7910%	2.9998%	2.1630%	1.8562%	1.9910%	2.0589%
2021.5.9	2.3580%	2.5880%	2.3330%	2.1324%	1.7950%	3.0036%	2.1530%	1.8525%	1.9850%	2.0488%
2021.5.10	2.3630%	2.5859%	2.3320%	2.1387%	1.7520%	3.0007%	2.1390%	1.8520%	1.9820%	2.0436%
2021.5.11	2.3670%	2.5824%	2.3320%	2.1427%	1.7160%	2.9942%	2.1230%	1.8501%	2.0410%	2.0373%
2021.5.12	2.3830%	2.5806%	2.3280%	2.1463%	2.1740%	2.9846%	2.1040%	1.8498%	2.1140%	2.0274%
2021.5.13	2.3890%	2.5775%	2.4020%	2.1504%	2.1140%	2.9797%	2.0880%	1.8512%	2.1450%	2.0166%
MAE	2.3165E-03		2.0015E-03		1.1344E-02		2.9494E-03		5.8400E-04	
MSE	5.4238E-06		4.0454E-06		1.3102E-04		8.7887E-06		4.6690E-07	

注：表 11 中 MAE、MSE 的计算使用反标准化的数据。

在接下来的十天中，大多基金的收益都呈现下降的趋势，所拟合的 Prophet 模型也很好地预测了这一趋势。天弘余额宝基金在十天中的收益先降后升，预测值也出现了先降后升的趋势。诺安货币 A 的总体预测效果不理想，其预测收益率与实际值相差较大，这与前文中该基金拟合效果不理想的结果相一致。总的来说，Prophet 模型有着优良的预测表现，能很好地预测基金的收益走势，成为基金交易市场的优良分析工具。

五、结论与建议

本文旨在研究不同规模类别的货币基金之间的风险和收益差异，通过规模间和规模内的货币基金的组内组外比较，探讨基金风险和基金的节假日效应差异。根据模型的求解结果和分析，得出如下几点结论：

（1）节假日效应在不同规模的货币基金之间存在差异

节假日效应对于大规模货币基金通常起正效应,对于中小规模货币基金则不一定,且部分中小规模货币基金的节假日效应起负作用。另外,存在极少部分中小规模货币基金对节假日并不敏感,节假日前后收益率无明显变化。

（2）货币基金收益率跟随市场总体趋势

通过对不同货币基金的时序图及其趋势项分析,发现货币基金的收益率不论规模类别均存在相似收益率趋势,在所采集的近三年货币基金数据中,从2018年起货币基金收益率持续走低,2020年7月附近均为各货币基金的收益率低点,过后均出现收益率回暖至正常水平。

（3）不同规模的货币基金之间的周期年效应多相似

若以年为周期单位,不同规模的货币基金的收益率多相似,均呈现年末或春节时点的收益率走高现象,可以判断年末或春节前是申购货币基金的最佳时点。若以周为周期单位,大规模货币基金产品在每周三的收益相对较高,在每周五相对较低,而中小规模基金产品的周期收益变动未发现明显规律。

（4）大规模货币基金整体收益率比较趋同

在大中小规模类别的货币基金中,大规模货币基金整体收益率比较趋同,且在短期内波动较小,而中小规模货币基金收益率则差异较大,且在短期内可能出现剧烈波动。另外,部分中小规模货币基金的收益率明显高于大规模货币基金,但也存在部分中小规模货币基金的收益率明显低于总体水平。

（5）Prophet 模型能够起到较好的收益率预测效果

通过样本外数据与预测数据的比较,发现 Prophet 模型能够较好地预测货币基金收益率,且能够较为准确地拟合未来大部分基金收益率的波动情况。

综上所述,互联网货币基金是互联网经济的重要组成部分,其收益率也无法脱离社会经济市场环境而独立存在,因而其收益率也跟随着经济大环境而波动,

故充分了解当前的市场经济环境是认清潜在风险的重要前提条件。同时，从文中分析结论可以看出，年末或春节附近均出现收益率走高的情况，可考虑在年末前进行货币基金申购。再者，在节假日期间应尽可能地选择申购大规模货币基金，从而获得节假日效应带来的红利。此外，或因为“规模经济”效应，中小规模货币基金中出现高收益率的基金产品，但同时波动也较大，难以把控，若为风险偏好者，则可考虑申购小规模货币基金。相反地，或因为“规模不经济”效应，大规模货币基金产品的投资选择会趋于保守，因此出现收益率趋同的现象，若为风险厌恶者，则可考虑申购大规模货币基金。

参考文献

- [1] 宋秋平. 我国互联网货币基金风险防范的实证研究[D]. 安徽大学, 2016.
- [2] 赵启星,吴为,倪怡雯.互联网货币基金运作与风险防范研究[J].农村金融研究,2015(04):46-50.
- [3] 胡锦娟.中美互联网金融发展:模式及环境维度的比较与启示[J].新金融,2015(03):59-63.
- [4] 李志鹏,姚小义.我国互联网货币基金收益波动风险比较[J].财会月刊,2015(26):120-124.
- [5] 邓雪萍,雷良海.互联网货币基金的 VaR 值测算与评估[J].中国物价,2020(09):51-54.
- [6] 徐争荣,林清泉.基于 VAR 模型的互联网货币市场基金收益率的影响因素研究[J].工业经济论坛,2018,05(04):6-19.
- [7] 罗频宇.基于 GARCH-VaR 模型的互联网货币基金风险分析[J].长春金融高等专科学校学报,2021(01):48-59.
- [8] 陈慕雨,张鑫阳.互联网货币市场基金发展问题研究——以余额宝为例[J].商业经济,2020(04):173-174.
- [9] Weytjens H, Lohmann E, Kleinstauber M. Cash flow prediction: MLP and LSTM compared to ARIMA and Prophet [J]. Electronic Commerce Research, 2019(1).
- [10] Ibrahim A , Kashef R , Corrigan L . Predicting market movement direction for bitcoin: A comparison of time series modeling methods[J]. Computers & Electrical Engineering, 2021, 89:106905.
- [11] Jackson J C , Prassanna, Quadir M A , et al. Stock market analysis and prediction using time series analysis[J]. Materials Today: Proceedings, 2021.
- [12] Satrio C , Darmawan W , Nadia B U , et al. Time series analysis and forecasting

of coronavirus disease in Indonesia using ARIMA model and PROPHET[J]. Procedia Computer Science, 2021, 179(12):524-532.

[13] 王晓, 揣锦华, 张立恒. 基于 Prophet 算法的铁路客流量预测研究[J]. 计算机技术与发展, 2020, v.30;No.278(06):136-140+156.

致谢

首先感谢在本次统计建模大赛中给予我们指导和帮助的各位老师,在比赛过程中我们不止一次地遇到困难。在我们束手无策时,各位老师给予了我们力所能及的帮助,他们一次又一次耐心的指导让我们从未丧失对自己的信心,并最终完成了这篇论文。其次要感谢一起拼搏的队友,这段时间我们一起讨论一起奋斗,很多个深夜微信群里还有我们讨论比赛的相关问题的身影,彼此信任,通力合作,才让我们在规定时间内完成了本篇文章!