

Analysis of the Influencing Factors of Bitcoin Price Volatility

Yu Yao¹ Yan Tong² Xingyu Qiu³

1. School of Information Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou, Zhejiang, 310023, China

2. School of Management, Zhejiang University of Technology, Hangzhou, Zhejiang, 310023, China

3. Mao Yisheng College of Southwest Jiaotong University, Chengdu, Sichuan, 610097, China

Abstract

Taking bitcoin as an investment product, this paper explores the factors affecting bitcoin price volatility. Taking the United States, the largest holder of bitcoin, as an example, this paper empirically analyzes the relationship between U.S.GDP, international oil price, effective federal fund interest rate, U.S. consumer price index and bitcoin price volatility, and establishes VAR model, Granger causality test is carried out, and impulse response analysis and variance decomposition are carried out to explore the correlation and causality between them, as well as the contribution value of the four variables to the change of bitcoin price volatility. The results show that the four variables have a certain short-term lag effect on bitcoin price volatility.

Keywords

bitcoin; VAR model; Granger causality test

比特币价格波动率的影响因素分析

姚宇¹ 童言² 邱星宇³

1. 浙江工业大学信息工程学院, 中国·浙江 杭州 310023

2. 浙江工业大学管理学院, 中国·浙江 杭州 310023

3. 西南交通大学茅以升学院, 中国·四川 成都 610097

摘要

论文将比特币作为一种投资产品探究影响比特币价格波动率的因素, 以比特币第一大持币国——美国为例, 实证分析了美国国民生产总值、国际石油价格、有效联邦基金利率、美国居民消费价格指数与比特币价格波动率的关系, 并建立了VAR模型, 进行了Granger因果检验, 并做脉冲响应分析和方差分解来探索出它们之间的相关性和因果性, 以及四个变量对于比特币价格波动率变化的贡献值。结果显示, 四种变量对于比特币价格波动率均有一定的短期滞后影响。

关键词

比特币; VAR模型; Granger因果检验

1 背景介绍

世界上第一枚比特币诞生于2009年1月3日, 一枚序列号为0的比特币创造物区块链被连接成链。随后, 一名神秘男子中本聪在芬兰赫尔辛基的一个小型服务器上挖出了第一批50枚比特币。2009年10月, 新标准公布了加密货币历

【作者简介】姚宇(1999-), 男, 中国黑龙江大庆人, 浙江工业大学信息工程学院2018级本科生, 辅修金融学专业, 从事数据挖掘和数据分析方向研究; 童言(2000-), 女, 中国浙江湖州人, 浙江工业大学管理学院2018级本科生, 从事工商管理方向研究; 邱星宇(2000-), 男, 中国黑龙江大庆人, 西南交通大学茅以升学院数学系2018级本科生, 从事代数方向研究。

史上第一个——1美元的比特币汇率, 价值1309.03个比特币。此后, 比特币逐渐成为虚拟货币, 2013年达到创纪录的1238美元。但在2013年12月6日中国央行联合发布的《关于防范比特币风险的通知》^[1]中比特币的货币属性被否认, 比特币交易平台转账提现开始不被中国支付机构支持。Okcoin和btc中国宣布暂停人民币充值。比特币价格经历了历史性的暴跌。比特币跌至640美元, 在美国和欧洲买盘推动下, 比特币才稳定下来并反弹回800美元左右。2014年门头沟事件后, 比特币市场持续下滑, 因为数字货币市场受外界干扰较小, 新投资者数量不断减少, 没有增长空间。2015年8月, 单枚比特币价格跌至200美元。

然而, 2016年, 比特币市场迎来了巨变。首先其内部变化是从年产量开始第二次减半开始的, 单个区块比特币产量从25枚变为12.5枚。外部变化受到英国退出欧盟、特朗普

在美国大选中当选总统、印度“浪费金钱的行为”以及亚洲投资者激增等事件的影响。在不确定的政治经济形势下，越来越多的投资者倾向于将数字货币作为对冲资产的重要手段。比特币的价格在2017年上涨了1900%，从年初的1000美元涨到了19875美元达到了一个峰值。2019年，币圈又开始复苏。从18世纪末的3155美元低点到5月底的9063美元，由于伊朗和美国关系紧张、全球股市低迷、多种货币崩溃等不稳定因素，比特币的避险属性越来越明显。数字货币市场经历了一个浮躁阶段，随之而来的是更加理性的阶段。作为数字货币的代表，对比特币的研究无疑是最具代表性的。

首先要确定比特币的属性，即属于货币还是商品。首先，从获取方式来看，获取比特币的方式有几种：一是使用“矿机”进行开采，二是从交易平台购买，三是换取商品和服务。商品是为市场交换而生产的对他人或社会有用的劳动产品。有用就是有用，所以比特币暂时不能定义为商品。早在2014年3月26日，美国国税局（IRS）就发布了一份声明，将比特币视为财产，并对其征税。中国人民银行等将比特币视为一种特定的虚拟商品，与货币不具有同等的法律地位，不能也不应该作为货币在市场上流通，但普通人有参与的自由，风险自担。综上所述，比特币不具备货币的一般属性和法律地位，不能定义为商品。因此，论文暂时将比特币作为一种投资产品来分析导致比特币价格波动的因素以及比特币价格波动带来的影响。

论文的结构安排如下：第一部分是文献综述；第二部分是数据选取与处理部分；第三部分是实验与结果分析部分，对得出的结果进行综合分析，为阐述研究结果做基础；第四部分是结合实际分析与总结。

2 文献综述

近年来随着比特币成为热门话题，关于比特币方面的研究文献也越来越多。论文所参考的文献主要来自于下面两个方面：一是比特币等虚拟货币与其他投资产品如黄金等在价格机制方面的对比；二是从经济学和金融学的角度分析影响比特币价格的因素。

最早在2008年，Satoshi Nakamoto的一篇文章系统地向大家介绍了比特币的形成机制、流通方式以及比特币的安全系统。从理论上讲，任何人都无法伪造或篡改已经存在的交易记录。因此在比特币被创造出来后，它有了货币的部分属性，开始被人们接受为一般等价物，并成为一种交易媒介。2013年一年时间比特币的价格上涨了90倍，并且在此之后价格趋于稳定，因此大多数对于比特币的研究正是从2013年开始。

从对一个投资产品（如黄金）的价格波动分析角度出发，Ewing和Malik（2013）采用了GARCH模型，这也是人们对于黄金等投资产品研究的一个系统性的研究方法。在考察黄金和原油期货的波动性后，Ewing和Malik支持了金融市场

参与者进行跨市场对冲和共享共同信息的想法。而Van Wijk（2013）通过股票交易指数、汇率和石油价格衡量来确定比特币价格，从而强调全球金融发展的作用。Van Wijk发现从长期来看，道琼斯指数、欧元兑美元汇率和油价对比特币的价值有重大影响，但是2013年比特币价格刚刚呈现出稳定的趋势，Van Wijk所能应用的数据较少且波动较大，造成的结果具有一定的偶然性。在2013年比特币市场渐渐趋于稳定后，很多人发现了比特币的投资前景，于是Dyhrberg（2015）运用黄金研究中使用的非对称GARCH方法来探索套期保值能力，他发现比特币具有一些与黄金相同的对冲能力，而且从纯粹的交换媒介优势到纯粹的价值储存优势，比特币可以被归类为介于黄金和美元之间的某种东西。这也是第一次有人将金融知识与比特币价格联系起来，虽然没有分析比特币价格变动的的原因，但是比特币可以对冲黄金市场的结论为后续的研究提供了思路。

如果说比特币可以与投资产品联系起来，那么促进比特币价格连创新高的原因是什么呢？Woo（2013）研究了比特币的内在价值，他们认为比特币的投资价值在于比特币可能取代当前的信用货币成为下一代货币。但同时他也指出，市场投机行为将会导致比特币价格的大幅波动，这将会显著影响大众对比特币的接受程度。但总体上对比特币的货币属性是持乐观态度的。杨晓晨（2013）^[2]则从比特币的生产成本，即所谓的挖矿成本角度对其进行了相关分析。通过计算，从全网口径，2013年12月17日，每枚比特币的电费成本为4226美元，不过由于各挖矿者技术手段不同，对于有经验和技术的挖矿者而言，实际成本可以远低于该值，这还不包括电脑的折旧费，而当时的比特币价格为一比特币兑1000美元，但是比特币的交易仍然火爆，这说明人们对比特币的升值有很强烈的预期。Woo和杨晓晨从根本上分析了比特币的价格机制，后续的研究便可以从这一点入手分析影响其价格变化的原因

结合比特币的内在价值与挖掘成本，从根本来看，一个产品或是商品的供需关系则是其价格变动的直接影响因素。陈豪（2015）^[3]通过建立比特币的供求均衡模型，通过实证分析得出结论：第一，比特币的流通速度对比特币的价格有着显著的负向作用，这与之前部分国外学者的研究结论相反；第二，文章强调了政策性因素对比特币价格的影响，根据作者的实证研究结果显示，中国对比特币的限制政策的出台，会有效抑制比特币的需求，这将使得比特币价格出现大的滑坡，但也不会下降到一个很低的值。无论是从供需关系还是利好利空消息都是影响一个投资产品的根本原因，并没有实际分析出具体的影响因素。Ye Chen Zhu、David Dickinson和Jianjun Li（2017）三人随后类比黄金利用VEC模型和ARDL界限检验法分析了七个变量之间的关系，发现CPI、DJIA、FFR和USDI等经济因素确实对比特币价格有长期的

负面影响。这一结果表明，在市场上，比特币作为一种金融资产在一定程度上表现出与黄金相似的行为。但从长远来看，黄金价格对比特币的价格没有影响。闫方玲等人（2018）^[4]利用 VAR 模型以及 Granger 因果检验得出比特币价格受黄金、汇率、股票价格指数的滞后影响，且持续时间较长，这与论文对传统投资市场的认知基本一致。但是这两篇文章都是直接以比特币的价格作为研究数据，要想研究影响一个商品价格波动的原因，应该从其波动率入手，分析其波动率变化的原因。

目前，大多数文献综述都是利用比特币的货币属性，对比特币的价格机制进行研究分析。对于目前比特币市场火热的现象，从金融学 and 统计学角度分析影响比特币价格波动率的因素是对比特币研究的一个巨大的补充。而且现在比特币的价格较 2018 年之前稳定下来，其波动幅度较小，对于结论来说偶然性降低，准确度更高。

3 数据处理

3.1 数据选取

收盘价是不再进行交易的价格，是市场参与者们所共同认可的价格^[5]，因此，论文将选取比特币收盘价来作为数据对象。比特币虽然在 2009 年已经出现，但是由于初期的比特币鲜为人知，市场需求较低，以至于比特币的价格波动幅度太小，因此，为了保证数据的稳定性和可靠性，论文从 CoinMarketCap 上选取了 2015 年 1 月 15 日至 2021 年 1 月 15 日共 73 个月数据作为研究对象进行时政分析。为了选取可能影响比特币价格的变量，论文以比特币的发源地和当今最大的比特币持有国——美国为例，从直接影响一个国家的物价水平的几个因素入手，探究其是否对比特币的价格产生影响。论文分别选取了 2015 年 1 月 15 日至 2021 年 1 月 15 日的美国国民生产总值（GDP）、国际石油价格（OIL）、有效联邦基金利率（FFR）、美国居民消费价格指数（CPI）四个变量来做出分析。

3.2 数据处理

首先，利用得到的比特币历史收盘价进行处理得到回望型波动率，回望型波动率表示的是这段时期内标的的活跃程度。回望型波动率的计算方法如下：

先计算单位时间内的标的资产波动：

$$R_n = \ln\left(\frac{S_t}{S_{t-1}}\right) \quad (1)$$

其中， S_t 为当前收盘价， S_{t-1} 为前一个收盘价。自然对数获得的变动与直接计算的收益率百分比相近。然后计算一段时间内标的资产价格对于均值的平均偏离程度，即标准差。标准差的计算：

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (R_i - R_{avg})^2}{n-1}} \quad (2)$$

上面求出的 σ 代表标的资产月收盘价的波动率，需要

将其年化，用 12 个月的平方根来计算：

$$Hv_y = \sigma \times \sqrt{12} \quad (3)$$

对于美国国内生产总值（GDP）和国际原油价格（OIL）也采用此方法求出其年化波动率。图 1 可以看到，GDP 和 OIL 的年化波动率以及 CPI 与 Bitcoin 的年化波动率的折线图呈现出一定的相关性，而 FFR 从折线图层面来看与其相关性较小，于是对其中关系进行进一步检验。

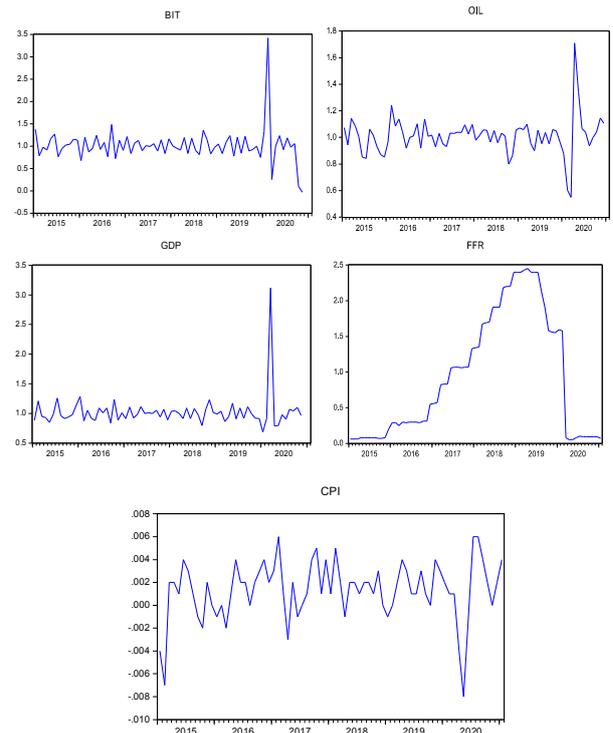


图 1 Bitcoin、OIL、GDP 年化波动率的折线图

4 实验与结果分析

4.1 VAR 模型

为了避免伪回归问题，对 Bitcoin、OIL、GDP 波动率数据以及 CPI 和 FFR 数据进行 ADF 平稳性检验，其中只有 FFR 的原时间序列是不稳定的，为了保证一致性需要对所有时间序列进行一阶差分处理，结果显示 Bitcoin、OIL、GDP 波动率以及 CPI 和 FFR 的一阶差分序列都是平稳时间序列。在得到平稳的时间序列后，我们可以对这五个序列进行 Granger 因果检验，表 1 可以看到，在对于比特币价格波动率的方面只有 FFR 是比特币价格波动率的格兰杰原因，即 FFR 可以在短期内影响比特币价格的波动率^[6]。

然后再根据 AIC 和 SC 法则，建立滞后期为 2 的 VAR 模型，并进行稳定性检验，由图 2 可知，AR 特征多项式的根的倒数均位于单位圆内，说明所估计的 VAR 模型是稳定的，基于此，可以对这些变量进行 Granger 因果检验来探究其中是否存在因果关系。

表 1 Granger 因果检验

Dependent variable	Excluded	F-Statistic	Prob.
DBIT	DCPI	0.04037	0.8414
	DFFR	7.65535	0.0073
	DGDP	19.8898	3.E-05
	DOIL	3.84107	0.0542
DCPI	DBIT	0.14928	0.7005
	DFFR	0.76440	0.3850
	DGDP	0.49865	0.4826
	DOIL	13.2514	0.0005
DFFR	DCPI	1.32122	0.2544
	DBIT	31.8631	4.E-07
	DGDP	0.02519	0.8744
	DOIL	1.85576	0.1777
DGDP	DCPI	0.31910	0.5741
	DFFR	16.6124	0.0001
	DBIT	482.063	5.E-32
	DOIL	49.8512	1.E-09
DOIL	DCPI	0.11664	0.7338
	DFFR	65.6842	2.E-11
	DGDP	651.243	7.E-36
	DBIT	169.344	7.E-20

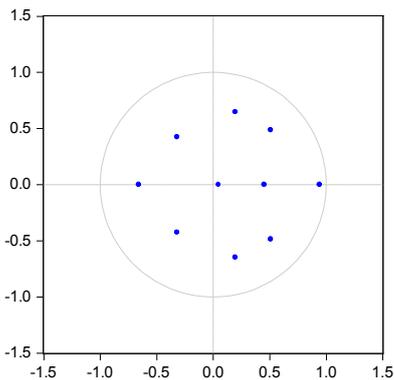


图 2 AR 特征多项式的逆根

4.2 脉冲响应分析

在 VAR 模型中，为了检验一个内生变量对其他变量的当前值和未来值的影响，通常可以用脉冲响应函数来分析随机干扰的一个标准差对整个系统的动态影响。在进行脉冲响应之前，需要对回归残差进行相关性检验，检验结果显示，其回归残差值之间的相关系数较小，可以进行脉冲响应分析。图 3 显示在第一个周期时，BIT 对 OIL 的脉冲响应为负，而对其他三个变量的脉冲响应均为零。到第四周期前除 OIL 外其余三个变量的脉冲响应皆为负，而在第二个周期 OIL 的脉冲响应变为正且在第三周期达到最大值。在第四周期后四个变量的脉冲响应都趋于稳定。从图中可以看出 BIT 对 OIL 的脉冲响应较其他三个变量大。

4.3 方差分解

方差分解是通过 VAR/VEC 模型中各变量的波动及其原因进行分解，分析各创新点对内生变量的相对重要性的一

种方法。利用方差分解法分析四个变量对比特币价格波动率变动的贡献度。由表 2 可以看到，除去 BIT 对自身的影响最大外，在 10 个滞后期，OIL 价格波动率和 CPI、FFR、GDP 波动率对于比特币价格波动率的贡献率分别为 17.2%、1.09%、1.08%、1.25%。

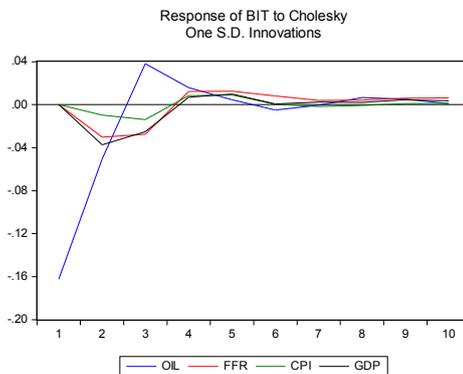


图 3 脉冲响应函数结果

表 2 variance decomposition

Period	S.E.	OIL	CPI	BIT	FFR	GDP
1	0.035213	17.21561	0.539945	82.24444	0.000000	0.000000
2	0.102838	16.84554	0.769600	81.08133	0.487301	0.816229
3	0.142070	17.23096	0.976191	79.78529	0.850197	1.157356
4	0.158838	17.28651	1.040450	79.57772	0.916381	1.178943
5	0.163286	17.25717	1.091101	79.43115	0.989219	1.231358
6	0.164544	17.25979	1.091842	79.39365	1.023968	1.230753
7	0.165379	17.24850	1.093510	79.39278	1.032176	1.233036
8	0.165701	17.24413	1.093002	79.38812	1.040844	1.233907
9	0.165786	17.24801	1.093164	79.35474	1.059316	1.244770
10	0.165810	17.24213	1.094500	79.33150	1.080405	1.251467

5 结合实际分析与总结

根据以上所得结果显示，有效联邦基金利率（FFR）与比特币价格波动率（BIT）之间有短期因果关系，而从长期角度来看，国际原油价格波动率（OIL）对比特币价格波动率影响最大。于是根据所得结果单独分析这两个变量对于比特币价格波动率的影响。

5.1 比特币价格波动率与国际原油价格波动率的关系

根据以往的新闻来看，伴随比特币暴涨，国际石油价格存在涨跌各异形态，但是在比特币暴跌之际，国际石油暴涨较为显著。由表 3 可以看到在 10 个滞后期 BIT 对 OIL 波动率的贡献值已经高达 50.6%，这说明从长期角度来看，比特币价格的波动会对国际石油市场造成冲击。图 4 中可以看到 BIT 与 OIL 呈现小程度的负相关关系，当 BIT 趋于下降时 OIL 处在上升趋势。而根据上文 OIL 的波动率反过来又会对比特币市场造成一些影响可以得出，比特币与原油属于对冲关系^[7]。

需要肯定的是油价确实对全球经济（包括股票市场，黄金市场等投资产品市场）有影响，在国际大环境下，任何市

场都很难独善其身，但由于行业的多样性，它有两个方面的影响。高油价可以推动就业和投资，从而刺激其他金融市场（包括比特币市场）。高油价也以更高的运输和制造成本打击了企业和消费者，间接减少了投资，但有利于制造业和其他主要关注燃料成本的行业。所以这也是国际油价与大多数投资产品的价格呈现负相关性的原因。

表 3 对 OIL 的方差分解结果

Period	OIL	BIT	FFR	CPI	GDP
1	100.0000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2	52.07683	35.04959	10.59497	0.015283	2.263328
3	28.89766	58.12509	7.876383	0.030440	5.070426
4	34.42475	54.40224	6.900699	0.058670	4.213635
5	36.05520	51.50062	6.757466	0.482384	5.204332
6	35.53459	50.94895	6.858759	0.549617	6.108078
7	35.51683	50.83912	6.924307	0.570630	6.149109
8	35.67015	50.65551	6.908687	0.631538	6.134116
9	35.66247	50.61918	6.901659	0.644120	6.172578
10	35.65364	50.60555	6.908619	0.644119	6.188079

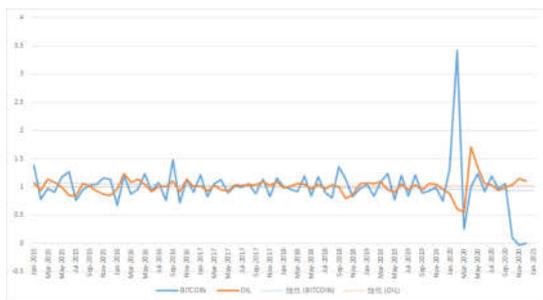


图 4 比特币价格波动率与国际原油价格波动率

而比特币价格又可以对冲石油价格，从 2015 年至 2021 年的石油价格与比特币价格来看，在比特币价格暴跌时国际油价的上涨较为显著。基于以下假设：当比特币价格下跌时会刺激一部分的投资者涌入，而究其本身，比特币来源于计算机的一种“挖矿”行为，这种行为需要计算机芯片等硬件的支持，因此会间接促进制造业的生产从而刺激国际油价的上升。比特币可以作为对冲国际油价的因素之一。

5.2 比特币价格波动率与有效联邦基金利率的关系

作为一种投资资产，美联储的利率政策会对比特币价格产生一定的影响。图 5 中显示 BIT 有随着 FFR 的变化而变化的倾向，而根据实证部分所得结果 FFR 带来的是负面影响。对此作出以下假设：有效联邦基金利率的上升会造成投机性投资的减少。目前来看，比特币仍然被视为一种投机性投资产品，当利率上升时可能会导致资本回流美国市场，从而促进美元的上涨。无论是美元的上涨还是投机性投资的减少都无疑会对比特币价格产生负面影响。

5.3 总结

论文基于 VAR 模型分析了比特币价格波动率的影响

因素，主要分析了美国国民生产总值波动率（GDP）、国际石油价格波动率（OIL）、有效联邦基金利率（FFR）、美国居民消费价格指数（CPI）与比特币的价格波动率（BIT）之间的关系。实证结果表明 FFR 在短期来看对比特币价格波动率有一定的影响，但是在长期角度对其影响较小。在论文所选取的所有变量中 OIL 的贡献率最大，这意味着在某种程度上，比特币可以对冲原油或其他投资产品。论文中把比特币视为一种投资产品，而不是货币，从以上的实证结果可以看出，比特币的价格波动不仅受到自身供需的驱动，还受到宏观经济指数和重要资产价格指数的影响。因此，比特币还不是真正意义上的货币。对于比特币的发展还有很多问题亟需解决：



图 5 比特币价格波动率和有效联邦基金利率

第一，比特币市场的建设与监管。为了应对比特币的风险属性，各国政府或监管机构应建立起监察制度来防止媒体的不实炒作行为以及黑客的恶意攻击行为，保护投资者的利益。

第二，比特币的税务问题。无论是作为金融产品还是支付手段，都无法避免上税的问题。可是目前关于比特币的税收问题还没有一个统一的解答。

还有很多其他问题值得去研究，在这些问题解决之后，比特币市场就会趋于稳定。比特币是具有一定的投资前景的投资产品，特别是当其他金融产品受到如 2020 年全球疫情的影响时，比特币是一个很好的投资选择。

参考文献

- [1] 刘刚,刘娟,唐婉容.比特币价格波动与虚拟货币风险防范——基于中美政策信息的事件研究法[J].广东财经大学学报,2015,30(3):30-40.
- [2] 杨晓晨,张明.比特币:运行原理、典型特征与前景展望[J].金融评论,2014,6(1):38-53+124.
- [3] 陈豪.比特币的经济学分析[D].杭州:浙江大学,2015.
- [4] 闫方玲,谢敏,任雪瑶,等.影响比特币价格因素的探索性分析[J].智库时代,2018(30):231-232.
- [5] 冯琳岚,苏甘雅.基于GARCH模型的比特币价格波动研究[J].财经与管理,2020(6):28-31.
- [6] 郭燕枝,刘旭.基于格兰杰因果检验和典型相关的农民收入影响因素研究[J].农业技术经济,2011(10):92-97.
- [7] 丁东.比特币的运行机理和价格机制研究[D].武汉:华中科技大学,2019.