

基于VAR模型的绿色债券收益率影响因素分析

李佳琪, 王传会

曲阜师范大学经济学院, 山东 日照

收稿日期: 2023年3月26日; 录用日期: 2023年4月16日; 发布日期: 2023年4月29日

摘要

随着人们对生态保护和经济可持续发展的日益重视以及国内双碳目标的提出, 绿色产业的发展日益得到重视, 绿色产业是指运用财政和金融手段, 提高资源利用率, 从而促进经济的低碳绿色转型。绿色债券作为绿色项目获取资金的一种重要工具, 其收益率的影响因素对其有何影响具有重要的研究价值。本文运用中国近两年的绿色债券的收益率数据, 分析传统债券市场、股票市场以及宏观市场对绿色债券市场的影响。采用向量自回归模型VAR分析与实证相结合的方法, 通过脉冲响应函数来研究不同影响因素对绿色债券收益率的影响。研究发现在短期内, 绿色债券市场与传统债券市场、股票市场以及宏观市场存在长期稳定关系。其中传统债券市场的发展对绿色债券市场发展具有较大影响, 表明传统债券收益率自身发展对绿色债券收益率起主导作用。股票市场以及宏观市场对其影响相对较小。因此, 投资者在对绿色债券进行投资时, 可以通过合理配置资源组合来达到降低总体风险来达到提高收益率的目的, 同时不可忽视其他市场的变动对绿色债券市场的影响, 应统筹兼顾, 合理安排。

关键词

绿色债券, 股票市场, VAR模型

Analysis of the Influencing Factors of Green Bond Yield Based on VAR Model

Jiaqi Li, Chuanhui Wang

School of Economics, Qufu Normal University, Rizhao Shandong

Received: Mar. 26th, 2023; accepted: Apr. 16th, 2023; published: Apr. 29th, 2023

Abstract

With people's increasing attention to ecological protection and sustainable economic development and the proposal of domestic dual-carbon goals, the development of green industry has been

paid more and more attention. Green industry refers to the use of financial and financial means to improve the utilization rate of resources, so as to promote the low-carbon green transformation of the economy. As an important tool for green projects to obtain funds, green bonds have important research value on the influence of their yield factors. This paper uses the yield data of green bonds in China in the past two years to analyze the influence of the traditional bond market, stock market and macro market on the green bond market. The combination of vector autoregression model VAR analysis and empirical method is used to study the influence of different influencing factors on the green bond yield through the pulse response function. The study found that in the short term, the green bond market has a long-term stable relationship with the traditional bond market, the stock market and the macro market. Among them, the development of traditional bond market has a great impact on the development of green bond market, indicating that the development of traditional bond yield itself plays a leading role in the development of green bond yield. The stock market and the macro market have a relatively little impact on it. Therefore, when investors invest in green bonds, they can achieve the purpose of reducing the overall risk by achieving the reasonable allocation of resources. At the same time, the impact of changes in other markets on the green bond market should not be ignored, so they should take into account and make reasonable arrangements.

Keywords

Green Bonds, The Stock Market, The VAR Model

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

1.1. 研究背景

随着社会生产力水平的不断提高, 人们的经济活动发生了从“靠山吃山靠水吃水”的农业经济转变为工业经济, 人类在工业生产方面与自然环境关系日益密切, 对自然资源的依赖程度也越来越高。20世纪70年代以后, 人类工业生产活动对自然环境破坏已经触目惊心, 中国在破坏自然环境以及对自然资源无止境掠夺的基础上发展经济并且对于环境保护意识的缺乏使得我国环境形式日趋严重。目前, 环境污染、资源短缺, 生态破坏已经成为制约我国经济可持续发展的主要原因。因此大力发展我国绿色产业迫在眉睫, 将有效促进我国经济可持续发展以及人与自然和谐共生的目标。

为改善环境污染的现状, 习近平总书记在二十大报告中明确提出, “加快发展方式绿色转型。推动经济社会发展绿色化、低碳化是实现高质量发展的关键环节。完善支持绿色发展的财税、金融、投资、价格政策和标准体系, 发展绿色低碳产业, 健全资源环境要素市场化配置体系, 加快节能降碳先进技术研发和推广应用, 倡导绿色消费, 推动形成绿色低碳的生产方式和生活方式。”生态环境治理, 不仅要依赖有效的环境治理技术和科技, 更重要的是运用财政和金融手段, 提高资源利用率, 从而促进经济的低碳绿色转型。

但发展绿色产业需要大量资金投入, 并且前期也存在投入资金大, 技术含量高, 短期收益率低的问题, 尽管我国绿色产业项目投资规模发展较大, 但对绿色投资资金缺口仍然巨大, 也使得投资者面临较高风险。完全依靠传统融资模式记忆国债融资配给显然不能满足绿色产业对于资金投入的大量需求。因此, 需要一种投资风险更低, 信用评级较高的债券实现融资。绿色债券是指将所得资金专门用于资助符

合规定条件的绿色项目或对这些项目进行再融资的债券。相较于传统债券。绿色债券具有先天的优势, 不仅受到国家政策的支持, 而且绿色债券对于市场风险敏感性也小于普通债权, 绿色债券的收益率波动较小, 在信用评级以及融资成本方面。绿色债券也明显优于普通债券。通过绿色债券, 新能源公司能有效缓解在绿色产业方面投资不足的问题, 所融资金转向专用, 能够保障项目顺利完成。并且由于所融资金均专项用于某个投资项目, 此项目对于信息公开程度要求较高, 投资的资金流也非常透明, 因此也在一定程度上降低了投资风险。明确绿色债券收益率的影响因素, 能过促进投入资金的使用效率, 对于推进我国经济社会高质量发展具有重大意义。

1.2. 研究意义

绿色债券是一个相对新型的概念, 目前对于绿色债券收益率的影响因素的研究较少, 本文在前人对绿色债券研究的基础上进行研究整合更加全面的进行研究, 希望为绿色债券的定量研究提供参考, 促进绿色债券的发展。发行绿色债券对上市公司的经济效应起到积极的影响, 可以显著提高上市公司的资产收益率(郑春丽等, 2020) [1]。同时, 绿色债券的发行对上市公司绿色专利数量以及绿色专利占比具有显著提升作用(盛巧燕等, 2023) [2]。研究发现, 发行绿色债券的公司具有更高的环境得分, 更低的二氧化碳排放量, 不仅如此, 这类公司还保持着一定的环保行动(García C, 2023) [3]。因此, 对于绿色债券收益率影响因素进行研究, 一是有利于找出科学合理的方法提高绿色债券收益率, 提高融资效率, 使更多资金流向新能源企业的绿色项目, 缓解绿色产业资金缺口大的问题从而促进绿色产业不断完善和发展; 二是从金融方面实现全方位、全地域、全过程加强生态环境保护, 生态文明制度体系更加健全, 使得绿色、循环、低碳发展迈出坚实步伐, 生态环境保护发生历史性、转折性、全局性变化, 我们的祖国天更蓝、山更绿、水更清。

本文采用 VAR 模型研究, 紧紧围绕绿色债券收益率影响因素这一主题展开, 在研究国内外关于这方面的文献的基础上, 分析传统固定收益市场、股票市场以及外汇市场的变动与绿色债券收益率变动的关系, 并结合近几年的统计数据, 对绿色债券收益率与其影响因素之间的关系进行实证分析, 最后指出绿色债券合理运行的过程中需要注意哪些因素对应的解决措施。

2. 文献综述

绿色债券作为政府、银行、企业等机构发行的用来解决气候问题的债务工具, 于 2015 年中国农业银行发行的绿色债券正式拉开帷幕。我国绿色债券市场起步较晚, 但发展势头较好, 且实体企业正逐步取代金融机构成为最主要的发行方。发行绿色债券为企业提供了直接的融资渠道, 为企业投资决策提供了新思路(李学峰等, 2023) [4]。绿色债券能够通过增加企业融资约束以及降低企业投资水平进而降低重污染企业的绩效(Yao Shouyu 等, 2021) [5]。绿色债券作为一种相对新兴的债务工具是对于可再生能源发展的有效绿色融资工具, 各学者主要从绿色债券的发展现状以及与传统债券收益率、股价指数以及宏观因素之间的均衡关系进行分析。而对于绿色债券收益率受传统债券、股价指数以及宏观因素的影响成度研究较少。因此本文基于多元回归模型从传统固定收益市场、股票市场和宏观市场角度分析绿色债券收益率的影响因素, 并提出相关建议, 希望能够为国内实现双碳目标提供参考数据, 早日实现绿色文明的生态环境。结合本文研究内容, 从绿色债券收益率的影响因素分析, 基于多元线性回归模型对相关文献综述如下。

在传统固定收益市场方面, Reboledo Juan C. (2018) [6]研究了绿色债券和金融市场之间的共同流动, 发现绿色债券市场与公司 and 国债市场相结合, 绿色债券受到企业和财政部固定收益市场的大量价格溢出的影响。杜子平(2019) [7]建立了 DCC-GARCH 模型分析了三只绿色债券指数和传统债券指数收益率之间

的联动性,实证显示绿色债券与传统债券指数收益率序列动态相关系数呈现一定程度的不稳定性。Haddad (2023) [8]对印度尼西亚绿色债券与常规债券收益率差异进行比较,结果表明,绿色债券的收益率略高于传统债券收益率。Abakah (2022) [9]通过采用 QVAR 模型分析了绿色资产与传统资产之间的关联性,实证发现绿色债券与国债、集合债券和债券指数之间存在较强的关联性。

在股票市场方面, Yan Lei (2022) [10]采用 QAARDL 和分位数格兰杰因果检验探究绿色能源股票与绿色债券市场发展的均衡关系,实证结果表明,绿色能源股票在更高的分位数对绿色债券市场的影响越来越大,两者之间存在双向因果关系。Cheng Liu (2022) [11]运用 DCC-GARCH 模型对我国绿色债券市场、传统股票市场和低碳股票市场之间的风险溢出效应进行了比较研究,结果表明绿色债券市场与低碳产业股票之间的风险溢出效应强于其与传统股票之间的相依关系。Linh Pham (2020) [12]研究了绿色债券与绿色股票市场之间的频率连通性和交叉分位数依赖关系。研究发现在正常市场条件下,绿色债券和绿色股票之间依赖性相对较小,在极端的市场运动中更加紧密。Tiwari (2023) [13]使用分位数交叉谱相干方法,研究了绿色债券与绿色股票之间的极端收益的一致性,得出绿色债券和绿色股票是两种截然不同的资产类别,具有不同的风险回报特征。

在宏观市场方面,李博英(2022) [14]建立 VAR 模型对碳排放强度对居民消费价格指数的影响进行了实证分析。实证研究发现碳排放强度是影响居民消费价格指数的重要影响因素。

综上所述,各学者主要集中于绿色债券的发展现状以及绿色债券市场分别与传统债券收益率、股市收益率以及宏观经量之间的关联性的研究,但对绿色债券收益率、传统债券收益率、股票市场收益率以及宏观经量之间长期稳定关系的研究成果较少。因此,本文以建立 VAR 模型为基础,探究绿色债券市场的特征及其与传统债券市场、股票市场以及宏观经量之间的关系。同时运用脉冲效应分析展现各因素对绿色债券收益率的影响程度。最后总结了本研究的结论并提出相关建议。

3. 绿色债券市场发展现状分析

3.1. 关于绿色债券方面的政策不断完善

近年来全球生态环境问题发展突出,人类生活受到环境问题困扰。其根本原因在于经济发展对自然资源的破坏,忽视了自然环境与经济社会的协调发展。环境污染不仅严重影响了人们的健康生活,同时阻碍了经济高质量发展。人们迫切需要转变经济发展方式。为应对环境问题,我国在 2015 年《生态文明体制改革总体方案》中首次提出绿色金融体系,同时将发展绿色债券市场作为建立和完善绿色金融体系的重要组成部分。同年中国人民银行发行《绿色债券支持项目目录(2015 年版)》对绿色项目范围做出了明确界定,具有十分重要的作用。2016 年 8 月发布《关于开展绿色公司债券试点的通知》《关于构建绿色金融体系的指导意见》鼓励了绿色债券的发行,为绿色债券市场指明了发展方向,推动了绿色公司债券的发展;2017 年《中国证监会关于支持绿色债券发展的知道意见》《非金融企业绿色债务融资工具业务指引》规定了债券资金用途及信息披露的状况,规范了非金融企业在绿色债券方面的发行情况,对绿色债券市场的发行和评估进行了规范。2018 年《绿色金融债券存续期信息披露规范》等进一步促进了绿色债券的发展;2019 年发行的《绿色产业知道目录(2019 年版)》等拓宽了企业的融资渠道还规范了绿色债券等品种的通用标准。2020 年发布的《关于印发〈绿色债券支持项目目录(2020 年版)〉的通知(征求意见稿)》进一步促进了绿色债券的市场发展(周新苗等, 2020) [15]。

3.2. 绿色债券发行规模及发行主体

2015 年我国中资企业在境外发行了第一支绿色债券。2016 年中国绿色债券市场快速发展,境内绿色债券发行规模达到 2380 亿元人民币,占全球的 39%。中国绿色债券市场从 2016 年开始历经 4 年的发展,

中国始终位于全球第二大绿色债券的位置。我国境内每年绿色债券发行量均位于 2000 亿元以上, 发行规模不断扩大。基于之前学者的研究表明绿色债券有利于降低企业融资成本(张丽宏等, 2021) [16], 同时。绿色债券信用的信用利差低于普通债券, 存在负的绿色溢价, 且在评级较高、期限较短的绿色债券中更明显, 我国绿色债券市场的健康发展和绿色金融体系的构建有一定借鉴意义(张兆芹等, 2023) [17]。同时, 我国绿色债券发行主体发展趋于多元化, 我国发行场所主要有上交所、深交所、银行间市场和跨市场, 还有少部分绿色债券在机构间私募产品报价与服务系统发行。近年来非金融企业的发行量日益增长, 2018 年非金融企业的发行量首次超越金融机构, 地方政府也积极加入绿色债券的发行中。中国境内贴标绿色债券大部分选择在银行间市场发行。2019 年我国银行间市场绿色债券发行量占比达到 52.4%。近三年来, 我国绿色债券成交额虽波动较大但总体呈上升趋势, 由 2020 年初的 58.5 亿元增长到 2022 年末的 363.11 亿元。绿色债券收益率在 3%~5% 之间波动见图 1 和图 2 所示。

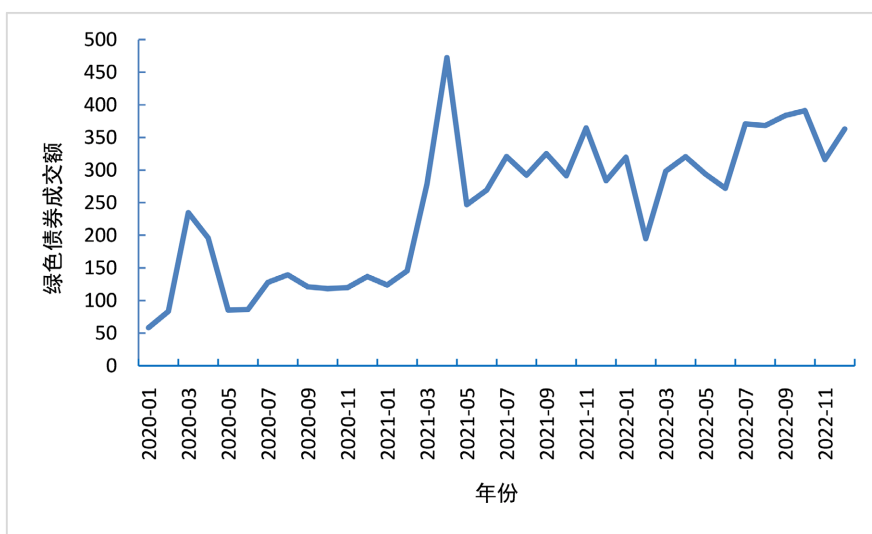


Figure 1. China's green bond turnover in 2020~2022

图 1. 我国 2020~2022 年绿色债券成交额

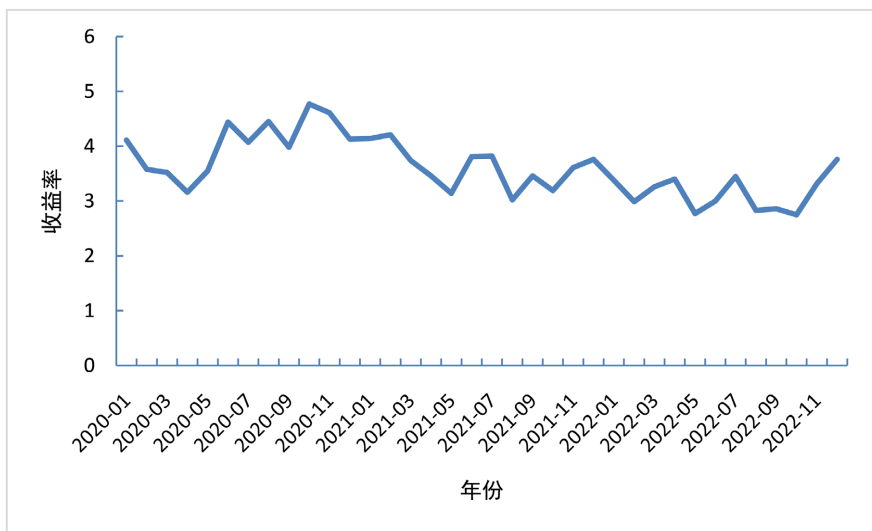


Figure 2. China's green bond yield in 2020~2022

图 2. 我国 2020~2022 年绿色债券收益率

3.3. 我国绿色债券发展存在的问题

绿色债券在全球市场上实现了较快发展, 尽管中国在绿色债券市场上处于主导地位且发展速度较快, 但仍存在政策法规不健全, 发展时间较晚, 债券发行不规范以及整体认同度不高等问题(刘传奇等, 2021) [18]。其次, 我国对于绿色项目的界定存在与国际标准不一致的地方, 我国将化石能源项目中的能源资源综合利用装备包括在内, 而国际标准将其排除在外; 另外, 我国绿色债券信息披露缺少量化标准、绿色债券闲置资金管理环节相对薄弱以及绿色债券认证细则缺乏; 尽管我国绿色债券发行额较大, 但由于绿色债券发行成本优势不足, 缺乏常态化的认证监管体系, 统一的绿色项目认证标准, 导致市场总体流动性不足, 交易效率下降, 制约着我国绿色债券的发展(张淑惠等, 2021) [19], 我国绿色债券发展仍存在问题与挑战。

4. 实证分析

以我国 2021 年至 2022 年每月的绿色债券收益率为研究对象, 探究绿色债券收益率是否与国债到期收益率、沪深 300 股价指数以及居民消费价格指数三个解释变量之间的关系。

4.1. 变量选择与模型构建

4.1.1. 模型变量选择与说明

本文变量选取见表 1 所示。

Table 1. Variable data description

表 1. 变量数据说明

| 名称 | 变量符号 | 变量说明 |
|-----------|-------|--|
| 绿色债券到期收益率 | y | 买入绿色债券后持有至期满得到的收益 |
| 国债到期收益率 | x_1 | 买入国债后持有至期满得到的收益 |
| 沪深 300 指数 | x_2 | 沪深 300 指数的当期收盘 |
| 居民消费价格指数 | x_3 | 一定时期内城乡居民所购买的生活消费品价格和服务项目价格变动趋势和程度的相对数 |

被解释变量为绿色债券收益率。鉴于张庆君(2023) [20]的研究, 以中债中国绿色债券指数代表, 该指数是我国首批绿色债券指数, 于 2016 年 4 月 15 日发布, 该指数已包括 1343 支成分债券, 样本量充足, 总余额达到 3.25 万亿元人民币, 可以有效代表我国绿色债券市场发展情况。因此选取中债 - 中国绿色债券的收益率为被解释变量。

解释变量为传统债券市场变量、股票市场变量以及宏观经济变量。在传统债券市场方面, 各学者多采用不同债券指数为自变量来研究两个市场时间的关系。高扬(2021) [21]选取国债到期收益率等作为自变量来探究绿色债券收益率影响因素进行研究, Xu Guoquan (2022) [22]分析了中国国债市场存在“洗绿”现象, 与传统国债相比其信用利差更高, 影响了绿色债券的定价。国债收益率是指投资于国债债券这一有价证券所得收益占投资总金额每一年的比率。国债收益率作为金融分析的基石之一, 对于指导传统债券市场投资决策具有重要意义。因此, 本文选取国债收益率作为解释变量。

在股票市场方面, 由于沪深 300 指数作为股市的典型经济变量, 本文借鉴秦菽檬(2019) [23]中选取绿色债券指数与沪深 300 指数进行实证研究来探究我国股票与绿色债券市场的联动关系。沪深 300 指数由沪深市场中规模大、流动性好的最具代表性的 300 只证券组成, 以反映沪深市场上市公司证券的整体表现。客观真实地反映 A 股市场运行状况, 是能够很好的反映沪深两个市场整体走势的“晴雨表”。沪深

300 指数选取的公司所代表的行业与全体上市公司的行业分布相似, 并且被选中股票都具有较强的流动性。基于此, 本文选取沪深 300 指数作为统计数据。

在宏观经济量选择方面, 居民消费价格指数与民众的日常生活息息相关, 在国民经济中举足轻重。鉴于 Apergis (2017) [24]指出居民消费价格指数通过影响信用利差进而影响绿色债券, 因此本文选择居民消费价格指数作为解释变量。

绿色债券收益率还受到很多不可预测的因素影响, 如政策因素、自然灾害、重大疾病、消费偏好、宗教信仰等属于不可预测变量, 因此将其纳入随机干扰项, 用 ε 来表示。

4.1.2. 模型建立

为了消除各解释变量间数据单位不一致, 避免随机误差项随解释变量变化带来的异方差问题和伪回归, 以及随之带来的参数估计式方差显著检验无效性, 参数估计值不准确, 模型预测值精确值下降等问题, 对上述原始数据作自然对数变换。

基于上述分析, 建立多元线性回归模型:

$$\ln y = \beta_0 + \beta_1 \ln x_1 + \beta_2 \ln x_2 + \beta_3 \ln x_3 + \varepsilon \quad (1)$$

4.2. 变量选择与模型构建

4.2.1. 单位根检验

由于选取变量均为时间序列变量, 时间序列数据往往时间跨度较大, 从而造成时间序列数据是非平稳时间序列进而造成伪回归。直接运用原始数据进行多元回归分析, 会造成 t 检验和 F 检验结果失效, 得到无效的检验结果。本文对所选取变量进行单位根检验。目前最普及的单位根检验方法为 ADF 检验, ADF 检验原假设为有单位根, 拒绝原假设则说明时间序列平稳。

本文对取对数后的绿色债券收益率、国债收益率、股价指数以及居民消费价格指数进行单位根检验, 检验通过 stata14 进行。原始数据经过 ADF 检验, 各个变量其测试结果均大于 10%临界值, 故可在 10%的水平上接受“存在单位根”的原假设, 数据是不平稳的, 将变量进行一阶差分, 记为 dy 、 dx_1 、 dx_2 和 dx_3 , 再次进行 ADF 检验, 测试数据均位于 5%临界值拒绝域内, 故可在 5%的水平上拒绝“存在单位根”的原假设, 时间序列是平稳的。检验结果见表 2 所示。

Table 2. Unit root test

表 2. 单位根检验

| 变量 | 检验结果 | 1%临界值 | 5%临界值 | 10%临界值 | 平稳性 |
|-------------|--------|--------|--------|--------|-----|
| $\ln y$ | -2.124 | -3.750 | -3.000 | -2.630 | 不平稳 |
| $\ln x_1$ | -1.226 | -3.750 | -3.000 | -2.630 | 不平稳 |
| $\ln x_2$ | -1.018 | -3.750 | -3.000 | -2.630 | 不平稳 |
| $\ln x_3$ | -2.231 | -3.750 | -3.000 | -2.630 | 不平稳 |
| $d \ln y$ | -5.524 | -3.750 | -3.000 | -2.630 | 平稳 |
| $d \ln x_1$ | -4.230 | -3.750 | -3.000 | -2.630 | 平稳 |
| $d \ln x_2$ | -5.022 | -3.750 | -3.000 | -2.630 | 平稳 |
| $d \ln x_3$ | -3.486 | -3.750 | -3.000 | -2.630 | 平稳 |

4.2.2. 单位根检验

若多个非平稳变量具有协整性, 则这些变量可以合成一个平稳序列。这个平稳序列就可以用来描述原变量之间的均衡关系。协整的意义在于: 对于多个具有各自长期波动的变量, 如果他们之间是协整的关系, 则他们之间存在一个长期的均衡关系; 反之, 则不存在一个长期的均衡关系。本文对各变量进行协整检验, 所得结果为-4.993。结果表明在百分之一的明确性水平下 $\ln y$ 、 $\ln x_1$ 、 $\ln x_2$ 、 $\ln x_3$ 变量相互之间具有协整关系, 表明了 $\ln y$ 与 $\ln x_1$ 、 $\ln x_2$ 、 $\ln x_3$ 相互之间具有长期协整关系。可得到四个变数相互之间具有一个长期的协整关系。

4.2.3. 确定模型的滞后阶数

实证结果见表 3 所示, 模型最优滞后阶数为 3。

Table 3. Optimal lag order

表 3. 最优滞后阶数

| lag | LL | LR | df | p | FPE | AIC | HQIC | SBIC |
|-----|---------|--------|----|-------|----------|-----------|-----------|----------|
| 0 | 172.322 | - | - | - | 5.8e-13 | -16.8322 | -16.7933 | -16.633* |
| 1 | 184.622 | 24.6 | 16 | 0.077 | 8.7e-13 | -16.4622 | -16.2678 | -15.4664 |
| 2 | 200.34 | 31.437 | 16 | 0.012 | 1.1e-12 | -16.434 | -16.0841 | -14.6417 |
| 3 | 237.365 | 74.049 | 16 | 0.000 | 2.9e-13* | -18.5365* | -18.0311* | -15.9476 |

4.2.4. VAR 模型平稳性检验

后对模型的平稳性检验进行分析。所有点均落于单位圆内, 说明 VAR 模型具有稳定性, 说明绿色债券收益率与各个解释变量之间存在着长期稳定关系。平稳性检验结果如图 3 所示。

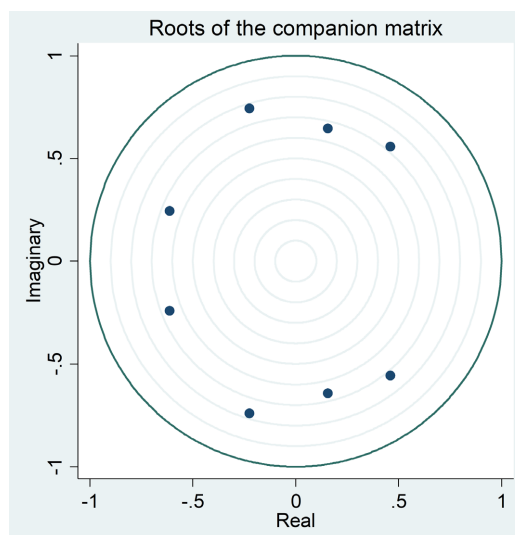


Figure 3. Model-based stationarity test

图 3. 模型平稳性检验

4.2.5. 脉冲效应分析

对模型进行脉冲效应分析。横轴表示为模型的滞后期选择, 纵轴表示为碳排放权价格对于解释变量波动的响应大小, 曲线则表示脉冲响应函数, 而上下的虚线为约束线。在第一期国债收益率存在一个正

向的波动后, 国债收益率对于绿色债券收益率的影响主要为正向作用, 且影响幅度较大, 正向峰值较高在第二期会达到峰值然后逐渐平稳; 沪深 300 指数出现正向波动之后, 对碳权价格的冲击幅度并不固定, 先为一期的正向作用, 然后转化为两期的负向作用, 最后转换为正向作用且冲击逐渐回归平稳; 当居民消费价格指数受到正向波动之后, 会对绿色债券收益率造成明显的负面影响, 对绿色债券收益率影响先为持续 2 期的负向影响, 且在第二期达到最大化, 从第三期转化为正向作用并逐渐回归平稳。脉冲效应结果见图 4 所示。

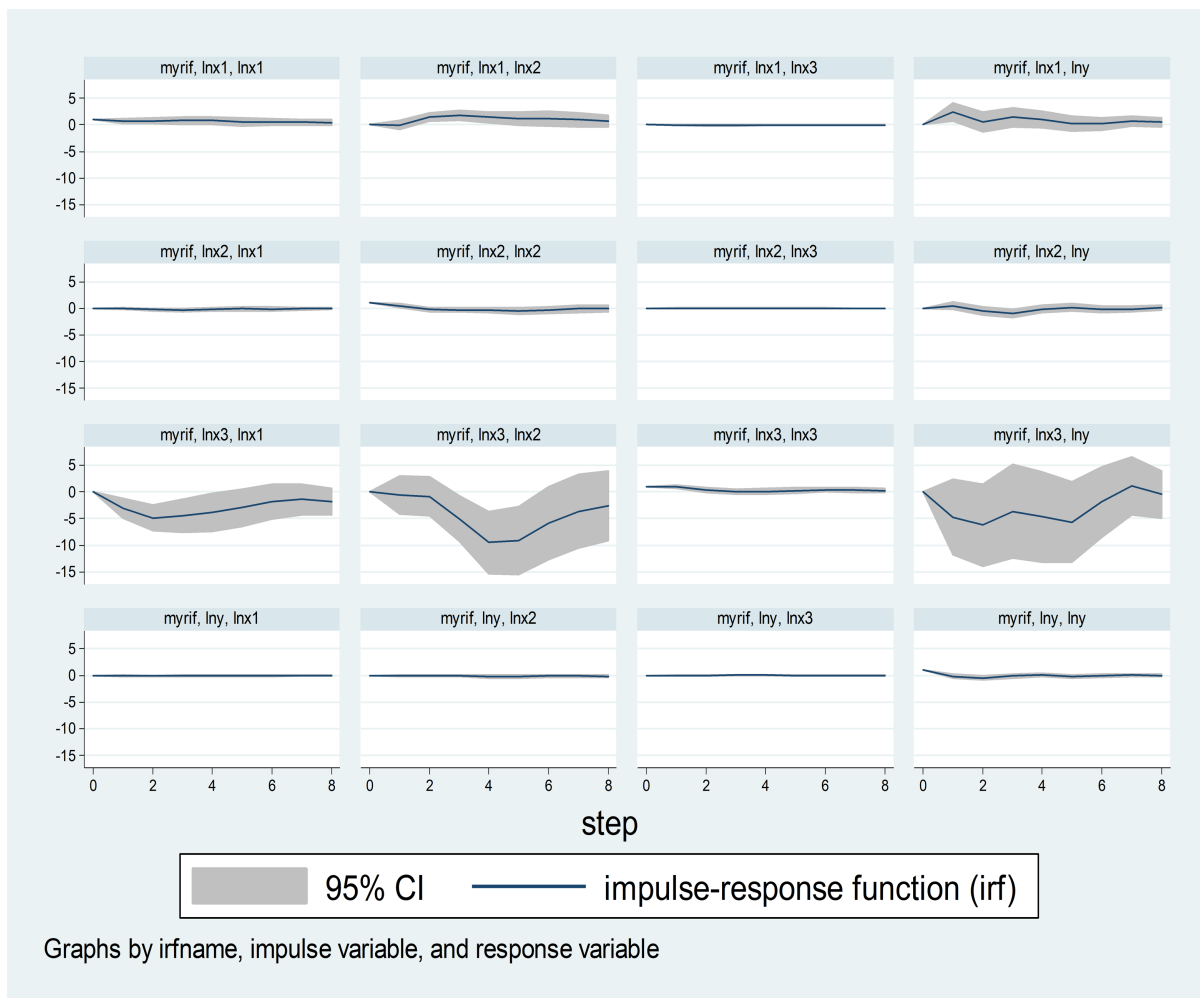


Figure 4. Pulse effect analysis
图 4. 脉冲效应分析

4.2.6. 格兰杰因果检验

为进一步研究绿色债券收益率与各影响因素之间的因果关系进行分析, 在此运用格兰杰因果检验进行分析。由实证结果可以看出, 绿色债券收益率为被解释变量, 国债收益率 P 值为 0.000, 说明可以拒绝原假设“变量间没有相关关系”。国债收益率为绿色债券收益率的“格兰杰因”。同时沪深 300 指数为解释变量, P 值为 0.023, 说明可以拒绝原假设“变量间没有相关关系”, 沪深 300 指数为绿色债券收益率的“格兰杰因”。同理, 居民消费价格指数与绿色债券收益率之间也为格兰杰因关系。综上所述, 绿色债券收益率与其影响因素之间存在统计学的因果关系。格兰杰检验结果如表 4 所示。

Table 4. The Granger causality test
表 4. 格兰杰因果检验

| Equation | Excluded | chi2 | df | Prob > chi2 |
|-------------------|-------------------|--------|----|-------------|
| ln y | ln x ₁ | 20.825 | 3 | 0.000 |
| ln y | ln x ₂ | 9.4917 | 3 | 0.023 |
| ln y | ln x ₃ | 11.431 | 3 | 0.010 |
| ln y | ALL | 62.889 | 9 | 0.000 |
| ln x ₁ | ln y | 16.99 | 3 | 0.001 |
| ln x ₁ | ln x ₂ | 2.0925 | 3 | 0.553 |
| ln x ₁ | ln x ₃ | 18.993 | 3 | 0.000 |
| ln x ₁ | ALL | 38.506 | 9 | 0.000 |
| ln x ₂ | ln y | 6.053 | 3 | 0.109 |
| ln x ₂ | ln x ₁ | 26.917 | 3 | 0.000 |
| ln x ₂ | ln x ₃ | 5.8473 | 3 | 0.119 |
| ln x ₂ | ALL | 65.852 | 9 | 0.000 |
| ln x ₃ | ln y | 7.4879 | 3 | 0.058 |
| ln x ₃ | ln x ₁ | 18.884 | 3 | 0.000 |
| ln x ₃ | ln x ₂ | 18.817 | 3 | 0.000 |
| ln x ₃ | ALL | 46.231 | 9 | 0.000 |

4.2.7. 方差分解

最后进行方差分析, fevd(1)为国债收益率对绿色债券收益率的脉冲响应, fevd(2)为沪深 300 指数对绿色债券收益率的脉冲响应。fevd(3)为居民消费价格指数对绿色债券收益率的脉冲响应。绿色债券收益率的波动受国债收益率的影响逐渐增大, 并在第二期达到峰值 0.316807, 即在第二期 31.68%的绿色债券收益率可以由国债收益率由来进行解释。绿色债券收益率的波动受沪深 300 指数的影响逐渐增大, 并在第四期达到峰值 0.165123, 即在第四期 16.51%的绿色债券收益率波动可以由沪深 300 指数来进行解释。绿色债券收益率的波动受居民消费价格的影响逐渐增大, 并在第七期达到峰值 0.081658, 即在第七期 8.17%的绿色债券收益率波动可以由居民消费价格指数来进行解释。方差分解结果如表 5 所示。

Table 5. Variance decomposition
表 5. 方差分解

| step | fevd(1) | fevd(2) | fevd(3) |
|------|---------|---------|---------|
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |

Continued

| | | | |
|---|----------|----------|----------|
| 2 | 0.316807 | 0.016093 | 0.021134 |
| 3 | 0.271244 | 0.060964 | 0.048723 |
| 4 | 0.246676 | 0.165123 | 0.051355 |
| 5 | 0.252406 | 0.160747 | 0.061909 |
| 6 | 0.250606 | 0.156474 | 0.080271 |
| 7 | 0.247948 | 0.159613 | 0.081658 |
| 8 | 0.252217 | 0.158715 | 0.081437 |

5. 结论与政策建议

5.1. 主要结论

本文基于已有的研究和成就, 建立相关模型以及阐述模型原理, 从传统债券市场、股票市场以及宏观市场, 对 2021 年至 2022 年每月的绿色债券收益率进行分析。最后本文得出以下结论:

通过建立 VAR 模型, 发现绿色债券市场与传统债券市场、股票市场以及宏观市场存在长期协整关系以及长期稳定关系。传统债券市场的发展对绿色债券市场发展具有较大影响, 在三者中对绿色债券市场影响占比最大, 表明传统债券收益率自身发展对绿色债券收益率起主导作用。股市的沉浮对绿色债券市场收益率相对较小, 有利于绿色债券的稳定进行, 但其对绿色债券收益率的发展仍不可忽视。宏观市场对绿色债券收益率影响占比最小, 但通过脉冲响应分析可以看出宏观市场对绿色债券收益率的波动影响较大, 因此宏观市场同样不可忽视。

5.2. 政策建议

本文基于前文的研究分析, 针对上述结论, 本文提出相关政策建议:

第一、从股票市场方面来说, 对绿色债券市场投资时, 对于股市的沉浮不可以理所当然认为是此消彼长的关系。从本文看, 股市价格的波动对绿色债券市场收益率的影响较小, 收益率较为稳定, 有可能是由于生态问题严重, 国家对绿色项目支持力度较大, 因而股市价格影响难以琢磨。由于股票市场和绿色债券市场具有长期协整关系并且存在统计学的因果关系, 因此可以通过合理配置资源组合来达到降低总体风险来达到提高收益率的目的。另外, 由于股票指数与绿色债券收益率相关指数不高, 可以将股指期货与绿色债券结合起来, 进一步提高绿色债券市场的稳定性。同时, 严防股票市场与绿色债券市场的风险污染, 促进绿色债券市场与股票市场更好的发展。提高信息在两市场间的流通效率, 让信息在绿色债券市场与股票市场之间能快速流通, 投资者就可以提前预判, 降低风险。

第二、由于绿色债券市场与传统债券市场相关性较强, 因此可以通过对债券市场的当前行情和历史情况的分析, 来为制定绿色债券发展方向提供帮助。由于绿色债券在长期体现出的稳定性来说, 适合发展中长期债券。另外, 相较于国际债券市场, 中国绿色债券市场的配套交易平台建设发展较不完善, 发展时间较短。目前, 在中国的债券交易市场上, 绿色债券没有专门的标识, 从而难以建立有效的推广平台。因此, 随着绿色产业的日益发展, 加快胚胎绿色交易平台的建设时必然选择, 通过借鉴国际经验, 探索适合中国国情的建设方案。

第三、宏观市场同样也在影响绿色债券市场的发展。中国绿色债券市场蓬勃发展, 为进一步规范和指导绿色债券的发展, 政府应大力普及相关政策指引, 认真落实政策的指引作用。普及绿色债券的概念, 明确指引方向, 调动投资者的积极性, 从而推动中国绿色债券市场的自生发展。

基金项目

2022 年国家社会科学基金一般项目(22BJY174), 山东省研究生教育质量提升计划项目(SDYAL19180, SDYKC19180)。

参考文献

- [1] 郑春丽, 罗传建. 发行绿色债券对上市公司经济效益的影响——基于双重差分模型的分析[J]. 武汉金融, 2020(10): 38-44.
- [2] 盛巧燕, 张三峰. 绿色债券发行与成员企业清洁化创新偏好[J]. 统计与决策, 2023, 39(5): 179-184.
- [3] José, G.C., et al. (2023) Exploring the Determinants of Corporate Green Bond Issuance and Its Environmental Implication: The Role of Corporate Board. *Technological Forecasting & Social Change*, **189**, Article ID: 122379. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122379>
- [4] 李学峰, 于欣琦. 绿色债券发行对上市公司投资行为的影响——基于多时点双重差分模型的实证检验[J]. 金融理论与实践, 2023(2): 48-56.
- [5] Yao, S.Y., Pan, Y.Y., Sensoy, A., Uddin, G.S. and Cheng, F.Y. (2021) Green Credit Policy and Firm Performance: What We Learn from China. *Energy Economics*, **101**, Article ID: 105415. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105415>
- [6] Reboredo, J.C. (2017) Green Bond and Financial Markets: Co-Movement, Diversification and Price Spillover Effects. *Energy Economics*, **74**, 38-50. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.05.030>
- [7] 杜子平, 张文静, 提爱梅. 国际绿色债券指数间联动性研究——基于 DCC-GARCH 模型的实证分析[J]. 价格理论与实践, 2019(11): 74-77+167.
- [8] Husin, H.H. and Rofikoh, R. (2022) The Role of Indonesian Investors in Achieving SDGs through Green Bonds. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, **1111**, Article ID: 012069. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1111/1/012069>
- [9] Abakah, E.J.A., et al. (2022) Extreme Connectedness between Green Bonds, Government Bonds, Corporate Bonds and Other Asset Classes: Insights for Portfolio Investors. *Journal of Risk and Financial Management*, **15**, 477-477. <https://doi.org/10.3390/jrfm15100477>
- [10] Yan, L., Wang, H.Y., Athari, S.A. and Atif, F. (2022) Driving Green Bond Market through Energy Prices, Gold Prices and Green Energy Stocks: Evidence from a Non-Linear Approach. *Economic Research-Ekonomska Istrazivanja*, **35**, 6479-6499. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2049977>
- [11] Cheng, L. (2022) A Comparative Study of Risk Spillover Effects between China's Green Bond Market and Other Equity Markets. *Academic Journal of Business & Management*, **4**, 86-89. <https://doi.org/10.25236/AJBM.2022.041614>
- [12] Pham, L. (2021) Frequency Connectedness and Cross-Quantile Dependence between Green Bond and Green Equity Markets. *Energy Economics*, **98**, Article ID: 105257. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105257>
- [13] Tiwari, A.K., Abakah, E.J.A., Yaya, O.S. and Appiah, K.O. (2023) Tail Risk Dependence, Co-Movement and Predictability between Green Bond and Green Stocks. *Applied Economics*, **55**, 201-222. <https://doi.org/10.1080/00036846.2022.2085869>
- [14] 李博英, 王璇子. 碳排放强度对居民消费价格指数的影响研究[J]. 统计与信息论坛, 2022, 37(10): 65-74.
- [15] 周新苗, 唐绍祥, 刘慧宏. 中国绿色债券市场的分割效应及政策选择研究[J]. 中国软科学, 2020(11): 42-51.
- [16] 张丽宏, 刘敬哲, 王浩. 绿色溢价是否存在?——来自中国绿色债券市场的证据[J]. 经济学报, 2021, 8(2): 45-72.
- [17] 张兆芹, 王秋雨, 张少华. 我国债券市场的绿色溢价研究——来自非金融企业绿色债券的证据[J]. 金融理论与实践, 2023(2): 35-47.
- [18] 刘传奇, 李新鹏. 我国绿色债券发展现状及国际比较[J]. 青海金融, 2021(1): 25-29.
- [19] 张淑惠, 刘莹, 李若飞. 流动性风险对绿色债券收益率利差的影响研究[J]. 浙江金融, 2021(7): 43-50, 22.
- [20] 张庆君, 康宁. 发行绿色债券与企业绿色创新——来自中国能源上市企业的经验证据[J]. 武汉金融, 2023(2): 65-71.
- [21] 高扬, 李春雨. 中国绿色债券市场与金融市场间的风险溢出效应研究[J]. 金融论坛, 2021, 26(1): 59-69.
- [22] Xu, G.Q., Lu, N.T. and Tong, Y. (2022) Greenwashing and Credit Spread: Evidence from the Chinese Green Bond Market. *Finance Research Letters*, **48**, Article ID: 102927. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.102927>

- [23] 秦菽檬, 王新宇, 罗怡等. 低碳产业股票市场与绿色债券市场的溢出效应——基于贴标绿色债券出现前后数据的分析[J]. 武汉金融, 2019(12): 67-72.
- [24] Apergis (2017) The Role of Rare Earth Prices for Consumer Prices: An Ignored Factor? *Applied Economics*, **49**, 5890-5894. <https://doi.org/10.1080/00036846.2017.1355544>