

# “双碳”目标下我国绿色地方政府专项债券的空间碳减排效应

张 平 郭青华

**【摘 要】**“双碳”目标下我国地方政府面临着巨大的财政压力,而绿色地方政府专项债券是减轻财政压力和改善生态环境的重要财政资金来源。基于2018-2021年我国省级面板数据,实证分析了绿色地方政府专项债券的空间碳减排效应。结果表明:绿色地方政府专项债券的发行显著地降低了碳排放水平,且具有空间溢出效应;在绿色地方政府债券制度中,发行规模越大和地方政府性基金收入越多,则越有利于降低碳排放水平;平均利率和项目收益率越高,则越不利于降低碳排放水平。进一步分析发现,绿色地方政府专项债券可通过优化能源消费结构来降低碳排放水平。因此,需要实施属地和区域联动相结合的治理模式,明确绿色地方政府专项债券资金分担比例;基于地理、经济和碳排放等空间差异,发行不同类型的绿色地方政府专项债券;结合碳减排目标和现状,优化绿色地方政府债券发行与偿还制度;引入第三方机构,加强绿色地方政府专项债券各环节的专业审核、监督与披露。

**【关键词】**“双碳”目标;绿色地方政府专项债券;碳减排效应;财政压力

**【作者简介】**张平,天津财经大学财税与公共管理学院教授,博士生导师,经济学博士,主要从事地方政府债务研究;郭青华(通信作者),天津财经大学财税与公共管理学院博士研究生,主要从事地方政府债务研究, E-mail: guoqinghua@stu.tjufe.edu.cn(天津 300222)。

**【原文出处】**《当代财经》(南昌),2023.11.28~40

**【基金项目】**国家社会科学基金项目“政府和社会资本合作视阈下我国地方政府隐性债务风险的空间分布与治理研究”(18BJY211);天津市研究生科研创新项目“双碳目标下我国绿色地方政府专项债券的空间环保效应与激励约束机制研究”(2022BKY232)。

## 一、引言

在绿色与可持续发展成为全球共识的背景下,我国于2020年提出“双碳”目标,力争2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和。据清华大学气候变化与可持续发展研究院估算,2020-2050年我国实现2℃情景的总投资需求接近130万亿,实现1.5℃情景的总投资需求约170万亿,而财政资源仅能满足10%~15%的绿色投资需求,地方政府作为环境治理主体面临巨大的资金压力。2022年5月25日,财政部在《财政支持做好碳达峰碳中和工作的意见》(财资环[2022]53号)中指出,健全市场化多元化投入机制,将符合条件的绿色低碳发展项目纳入

政府债券支持范围。党的二十大报告再次强调,“要积极稳妥推进碳达峰碳中和”“完善支持绿色发展的财税、金融等政策”。可见,地方政府充分发挥绿色金融工具的作用,创新绿色地方政府专项债券品类,通过财政与金融体系的联动为环境可持续发展提供驱动力,既符合环境发展和实现“双碳”目标的要求,又符合经济高质量发展的内涵。

现有研究认为在“双碳”目标、气候变化及绿色转型发展的背景下,由于环境和气候变化导致财政赤字凸显,绿色地方政府专项债券是实现“双碳”目标的重要资金来源,绿色地方政府专项债券的发行可以弥补资金缺口,降低融资成本,进而激励行为主

体的减碳行为、低碳技术和低碳投资等,但我国绿色地方政府专项债券处于初步阶段,急需进一步优化。如陈诗一和祁毓(2022)认为在“双碳”目标约束下,气候变化导致财政收入的不确定性和财政支出的扩张,进而使财政赤字凸显,可以创新财政融资机制、鼓励发行绿色政府债券。<sup>[1]</sup>李升等(2022)认为完善地方政府绿色专项债制度是重要的促进绿色发展的财政政策,有利于生态环境建设、降低融资成本和解决资金期限错配问题。<sup>[2]</sup>温来成等(2022)认为绿色政府债券是促进全面绿色转型的重要工具,虽然支持我国政府发行绿色债券的外部环境基本形成,但绿色政府债券的有效供给仍明显不足。<sup>[3]</sup>崔惠玉等(2022)指出,发行绿色政府债券可以为绿色公共产品和服务提供筹集充足的资金。<sup>[4]</sup>毛晖等(2022)认为通过发行绿色专项债、聚焦低碳和需减碳领域,可以为重大绿色项目融资来带动社会资金投入,助力基础设施低碳转型。<sup>[5]</sup>

关于绿色地方政府专项债券的环保效应和作用机制的研究,主要有两种观点:一是认为绿色金融通过降低融资约束、技术升级、产业发展和优化能源消费结构等路径发挥环保效应。江红莉等(2020)提出绿色金融会提高污染行业融资成本,倒逼重污染行业技术升级,传递绿色发展的信号渠道,显著地降低了碳排放。<sup>[6]</sup>李江涛和黄海燕(2022)认为绿色金融通过引导产业发展和促进企业升级技术将会提升生态环保效应。<sup>[7]</sup>刘锋等(2022)认为绿色金融通过优化能源消费结构和实质性绿色技术创新可以抑制碳排放。<sup>[8]</sup>祁怀锦和刘斯琴(2023)认为绿色金融有利于提高绿色技术创新。<sup>[9]</sup>二是认为绿色金融并未产生环保效应。如 Dasgupta 和 Laplante(2001)认为金融的发展会促进社会生产扩大,从而促进碳排放量增加。<sup>[10]</sup>Kant(2021)认为绿色债券的碳减排效应很低。<sup>[11]</sup>自我国提出“双碳”目标以来,少数学者也展开了“双碳”目标下绿色债券或绿色金融的相关实证研究。陈奉功和张谊浩(2022)基于“双碳”目标,分析绿色债券发行能够提升公司股价,引发市场良性反应,重污染行业和国有企业的提升股价效应更显著。<sup>[12]</sup>吴育辉等(2022)基于“双碳”目标,研究了发

行绿色债券的企业通过带动同行业其他企业采取有利于环境保护的行动,进而吸引投资者认购,降低绿色债券融资成本。<sup>[13]</sup>

关于绿色地方政府专项债券碳减排空间效应的动因研究,主要包括两方面:一是环境污染具有空间流动的自然属性。武红(2015)认为二氧化碳具有空间流动性,因而碳减排也具有空间关联性。<sup>[14]</sup>二是环境治理具有空间竞争、示范和联动的社会属性。曹鸿杰和卢洪友(2020)从理论和实证维度检验环境支出的空间策略互动,发现相邻省级地区之间的环保支出行为互相模仿和路径依赖。<sup>[15]</sup>谭中明等(2023)认为绿色金融体系本身具有跨区域的特点,并推动金融资源、技术和资本等生产要素跨区域整合,进而提高对周边地区产生生态溢出效应。<sup>[16]</sup>但是,目前对于财政领域的空间效应研究很少,且集中在空间财政概念界定和研究范围的理论层面。朱军(2014)提出空间财政学,丰富了财政领域的研究范围。<sup>[17]</sup>孙开和温馨(2014)对空间财政一般性进行探讨,认为财政空间效应包括区位效应、局域经济拉动效应、空间溢出效应和策略互动效应。<sup>[18]</sup>刘尚希(2022)认为随着经济发展,空间思维和视角越来越重要。<sup>[19]</sup>具体到空间财政的实证应用,张平和王楠(2020)在PPP视阈下首次提出了地方政府隐性债务风险的空间结构与制度结构二重结构论,并通过空间计量模型加以验证,<sup>[20]</sup>为政府债务研究提供新的空间研究视角。社会空间理论强调了空间因素与社会因素的互动关系,社会因素包括经济、政治和环境等(马玉娜和顾佳峰,2015)。<sup>[21]</sup>

综上所述,国内学术界针对绿色地方政府专项债券的重要性和绿色金融环保效应的研究成果较为丰硕,但基于空间财政的视角分析绿色地方政府专项债券产生的碳减排效应的研究较少。本文的边际贡献主要有三个方面:第一,在研究视角上,基于空间—制度互动结合的视角,探讨了绿色地方政府专项债券的空间碳减排效应,为绿色地方政府专项债券服务“双碳”目标提供新的证据,同时也拓展了空间财政的相关研究。第二,在研究方法上,构建绿色地方政府专项债券相关的制度结构变量和空间结构

变量,通过空间模型探讨绿色地方政府专项债券制度的碳减排效应以及制度结构与空间结构的互动类型。第三,在研究内容上,探讨了绿色地方政府专项债券制度结构变量的空间溢出效应,并分析了绿色地方政府专项债券的碳减排效应作用机制,为优化绿色地方政府专项债券提供了经验证据。

## 二、理论分析与研究假设

在“双碳”目标下,相关政策指出支持有条件的地方可率先实现碳达峰,为实现碳中和探索有效模式和有益经验,并明确了2030年单位GDP二氧化碳比2005年下降60%~65%的目标。作为一种新型债务融资工具,绿色地方政府专项债券为促进绿色发展提供了财政资金,它是以地方政府为发行主体,向社会公开发行的主要用于绿色领域的公共产品和服务的有价证券。基于此,本文从消费者、厂商和地方政府三部门探讨绿色地方政府专项债券的空间碳减排效应。

本文采用典型的相对风险规避系数不变的效用函数,并将碳排放水平纳入效用函数中,假设消费者的效应取决于一般商品的消费和高碳排放水平,消费者偏好于一般商品的消费,厌恶高碳排放水平。假定地区 $i(i=1, \dots, N)$ 的消费者的效用函数如式(1)所示。

$$U_i = \frac{(c^{1-\varphi} p^\varphi)^{1-\sigma}}{1-\sigma}, -1 < \varphi < 0, 0 < \sigma < 1 \quad (1)$$

其中, $c$ 表示一般商品的消费水平; $p=(p_i, p_j)$ 表示高碳排放水平, $p_i$ 表示本地碳排放水平, $p_j$ 表示其他外部地区碳排放水平; $\varphi$ 表示对高碳排放水平的偏好程度; $1-\varphi$ 表示对一般消费品的偏好程度; $\sigma$ 表示瞬时替代弹性。

借鉴Barro的包含政府行为的内生增长理论模型,构建劳动增强型的厂商生产函数,如式(2)所示。同时,采用规模报酬不变的、扩展型的柯布—道格拉斯生产函数表示单位劳动产出,如式(3)所示。

$$Q = F(K, L, G) = Lf(k, g) \quad (2)$$

$$q = \frac{Q}{L} = Ak^\alpha g^{1-\alpha}, 0 < \alpha < 1 \quad (3)$$

其中, $Q$ 表示产出水平; $K$ 表示资本水平; $L$ 表示劳动水平; $G$ 表示政府支出水平; $k$ 和 $g$ 分别表示 $K$ 和 $G$

的单位劳动力下的投入值; $\alpha$ 表示资本的产出弹性; $1-\alpha$ 表示政府支出的产出弹性。

鉴于地方政府现有环境治理资金不足,需要借助地方政府债券来弥补治理环境的资金缺口,此时地方政府需要通过发行绿色地方政府专项债券来获取资金。通常情况下,地方政府专项债券利率的波动较小。为简化计算,假设绿色地方政府专项债券利率每期相等,新增专项债券金额以一定的增长率增加,在资金紧缺的情况下,地方政府发行绿色地方政府专项债券的增长率大于债券票面利率。当地政府收入来源为本地的税收 $\tau y_i$ 与本期新增绿色地方政府专项债券之和,支出为一般政府支出 $g_i$ 与发行的绿色地方政府专项债券的应付利息之和,政府预算约束如式(4)所示。

$$D_{it} + \tau y_{it} = (1+r_{it-1})D_{it-1} + g_{it} \quad (4)$$

其中, $D_{it}$ 表示本地当期新增绿色地方政府专项债券, $r_{it-1}$ 表示本地上期绿色地方政府专项债券的利率, $\tau$ 表示宏观税率。采用绿色地方政府债务与当地经济发展水平的比值来衡量绿色地方政府债务负担率,如式(5)所示。

$$d = \frac{D}{y} \quad (5)$$

假设绿色地方政府专项债券以 $z$ 增长率增加,由式(4)和式(5),可推导出式(6)如下:

$$\left[ \frac{(z-r)d}{1+z} + \tau \right] y = g \quad (6)$$

代表性消费者预算方程如式(7)所示。

$$\dot{k} = (1-\tau)y - c \quad (7)$$

其中, $k$ 表示物质资本的时间变化率; $(1-\tau)y$ 表示消费者可支配收入。

为满足消费者效用最大化,消费者必须满足以下条件:

$$\text{Max} \int_0^{+\infty} U(c, p_i) e^{-\rho t} dt \quad \text{s. t. } \dot{k} = (1-\tau)y - c \quad (8)$$

通过上述条件,可以构造Hamilton函数,如式(9)所示。

$$H = U(c, p) + \lambda [(1-\tau)y - c] \quad (9)$$

在式(9)中, $\lambda$ 表示Hamilton乘子,一阶条件满

足 $\frac{\partial H}{\partial c} = 0, \frac{\partial H}{\partial k} = \rho\lambda - \dot{\lambda}$ ,可得:

$$\frac{\partial H}{\partial c} = (1-\varphi) c^{\varphi(\sigma-1)-\sigma} p^{\varphi(1-\sigma)} - \lambda = 0, \frac{\partial H}{\partial k} = \lambda(1-\tau)$$

$$\alpha A k^{\alpha-1} g^{1-\alpha} = \rho\lambda - \dot{\lambda} \quad (10)$$

通过式(3)、式(6)和式(10),可得均衡增长率  $r_c$  和  $r_p$ 。

$$r_c = \frac{1}{\varphi(\sigma-1)-\sigma} \left\{ (1-\tau) \alpha A^{\frac{1}{\alpha}} (1+z)^{\frac{\alpha-1}{\alpha}} [(z-r)d + (1+z)\tau]^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} + \rho - \varphi(1-\sigma)r_p \right\} \quad (11)$$

$$r_p = \frac{1}{\varphi(\sigma-1)} \left\{ (1-\tau) \alpha A^{\frac{1}{\alpha}} (1+z)^{\frac{\alpha-1}{\alpha}} [(z-r)d + (1+z)\tau]^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} + \rho + [\varphi(1-\sigma) + \sigma]r_c \right\} \quad (12)$$

因此,可以推导绿色地方政府专项债券与碳排放水平的关系式如下:

$$\frac{\partial r_p}{\partial d} = \frac{(1-\alpha)(z-r)}{\alpha\varphi(1-\sigma)} \left\{ (1-\tau) \alpha A^{\frac{1}{\alpha}} (1+z)^{\frac{\alpha-1}{\alpha}} [(z-r)d + (1+z)\tau]^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \right\} < 0 \quad (13)$$

$$\frac{\partial r_p}{\partial r} = \frac{-(1-\alpha)}{\alpha\varphi(1-\sigma)} \left\{ (1-\tau) \alpha A^{\frac{1}{\alpha}} (1+z)^{\frac{\alpha-1}{\alpha}} [(z-r)d + (1+z)\tau]^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \right\} > 0 \quad (14)$$

由式(13)可知,随着绿色地方政府专项债的发行,碳排放水平会降低。一方面,绿色地方政府专项债券弥补财政一般公共预算内环保资金不足,为地方政府提供外源融资,激发地方政府环境治理的积极性。另一方面,绿色地方政府专项债券具有引导效应,可以引导越来越多的认购者购买绿色地方政府专项债券,引导社会资本加大绿色项目投入力度,刺激企业发行绿色类债券。同时,绿色地方政府债券环境信息的披露可以释放绿色信号,影响市场中各类债券的成本定价,企业为获得外源融资也将不断进行技术更新和绿色转型升级,加速绿色发展和“双碳”目标的实现。因此,地方政府在财政资金短缺的情况下,为实现“双碳”目标,选择采用发行绿色地方政府专项债的方式获得资金,有利于碳减排目标的实现。

从自然属性上看,碳排放具有自然扩散的特征,会产生空间外溢和跨省流动。从治理属性上看,随着地方政府治理环境责任不断明确,环保、减碳等指标纳入政府绩效考核范围,地方政府环境治理的政

绩压力越来越大,政府改变以往的以牺牲环境换取经济发展的“逐底竞争”模式,转为注重生态环保,企业为适应环境规制进行碳减排,其中边界个体的减碳行为的自动溢出效应将会为邻近区域带来减碳效应。可见,地方政府的环境治理也可能产生空间外溢效应。此外,相邻区域之间也会效仿环境规制手段,若发行绿色地方政府专项债可以有效降低碳排放,则地方政府争相上马相似的绿色项目减少碳排放,这种政府间的效仿行为同样使得碳排放效应溢出。鉴于区域间碳排放空间策略互动特点,假设  $p_i = wp_j, w > 0$ ,则可推导出式(15)和式(16):

$$\frac{\partial r_{p_i}}{\partial d} = \frac{(1-\alpha)(z-r)}{\alpha\varphi(1-\sigma)(1+w)} \left\{ (1-\tau) \alpha A^{\frac{1}{\alpha}} (1+z)^{\frac{\alpha-1}{\alpha}} [(z-r)d + (1+z)\tau]^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \right\} < 0 \quad (15)$$

$$\frac{\partial r_{p_i}}{\partial d} = \frac{w(1-\alpha)(z-r)}{\alpha\varphi(1-\sigma)(1+w)} \left\{ (1-\tau) \alpha A^{\frac{1}{\alpha}} (1+z)^{\frac{\alpha-1}{\alpha}} [(z-r)d + (1+z)\tau]^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} \right\} < 0 \quad (16)$$

因此,本文提出如下研究假设:

H1:绿色地方政府专项债券对碳减排效应会产生空间溢出,不仅有利于降低本地区的碳排放水平,而且会带动相邻区域降低碳排放水平。

由式(14)可知,若发行绿色地方政府专项债的利率越高,则碳排放水平越高。地方政府在发行绿色地方政府专项债时需要考虑碳减排的成本,过高的利率会再次加剧地方政府的财政压力,进而中途放弃碳减排的环境效益而追求经济效益。同时,若地方政府发行的绿色地方政府债券投向的项目收益率越高,则地方政府为了保障高收益可能会放弃更多的环境效益,转而追求高经济收益,专项债项目实际成为“洗绿”项目,反而导致碳排放水平居高不下。

除绿色地方政府专项债券项目的专项收入外,政府性基金可用于偿还地方政府专项债券的本金与利息,为地方政府专项债券提供保障,有利于绿色地方政府债券的发行、认购和实现环境效益。基于此,本文提出如下研究假设:

H2:在绿色地方政府专项债券发行制度中,绿色地方政府专项债券的发行规模越大和政府性基金收入水平越高,越有利于降低碳排放水平;绿色地方政

府专项债券的利息和收益率越高,越不利于降低碳排放水平。

### 三、研究设计

#### (一) 模型设立

基于绿色地方政府专项债券制度在发挥减碳作用过程中可能存在空间—制度的互动效应,本文将绿色地方政府专项债券的“空间—制度”互动类型进行识别。首先,进行空间相关性检验,判断碳排放量是否存在全局层面的空间相关,如式(17)所示。其次,构建 OLS 模型作为基准对照模型,如式(18)所示,并通过检验识别是否可以进一步构建空间模型。最后,构建空间滞后模型和空间误差模型,检验空间结构变量、制度结构变量以及空间权重的显著性对空间—制度的互动效应,如式(19)和(20)所示。具体形式如下:

##### 1. 空间相关性检验

$$\text{Moran's } I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{p=1}^n W_{ip} (Y_i - \bar{Y})(Y_p - \bar{Y})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{p=1}^n W_{ip}} \quad (17)$$

##### 2. OLS 模型

$$Ac = \alpha + \sum_j \alpha_j X_j + \gamma Lisa + \varepsilon \quad (18)$$

##### 3. 空间滞后模型和空间误差模型

$$Ac_{it} = \alpha_0 + \rho W Ac_{it} + \sum_j \alpha_j X_{jit} + \gamma Lisa_{it} + \delta_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (19)$$

$$Ac_{it} = \alpha_0 + \sum_j \alpha_j X_{jit} + \gamma Lisa_{it} + \delta_i + \mu_t + \varepsilon_{it}, \varepsilon_{it} = \lambda W \varepsilon_{it} + \varphi_{it} \quad (20)$$

其中, $Y_i$ 、 $Y_p$  分别表示各省份的样本观测值; $\bar{Y}$  表示样本均值; $S^2$  表示样本方差; $Ac$  表示碳排放量; $X$  表示制度结构变量; $Lisa$  表示空间结构变量; $\rho$  表示被解释变量的自相关系数; $\lambda$  表示误差自相关系数; $W$  表示空间权重矩阵; $\delta_i$  表示地区效应; $\mu_t$  表示时间效应; $\varepsilon_{it}$  表示残差项,服从正态分布。

#### (二) 变量选取

##### 1. 被解释变量

被解释变量为碳排放水平( $Ac$ )。“双碳”目标下,碳排放量成为衡量环境效益的重要衡量指标。本文从生产角度度量各省碳排放量,采用碳排放强度来衡量,即各省碳排放量与 GDP 之比。

##### 2. 解释变量

本文的制度结构变量主要有四个:(1)绿色地方

政府专项债券发行规模( $Size$ ),各省份发行的绿色地方政府专项债券包括:生态建设与环保治理、水资源配置、污水与生活垃圾处理、绿色交通、绿色港口、绿色生态产业等领域的专项债。为消除异方差,进行取对数处理。(2)绿色地方政府专项债券平均利率( $Rate$ ),采用发行的加权平均利率来衡量。(3)绿色地方政府专项债券收益率( $Syl$ ),采用预计收益与项目总投资的比值来衡量,反映本项目的经营情况。(4)政府性基金收入( $Zfxjj$ ),采用各省份政府性基金决算收入与 GDP 比值来衡量,反映专项债的偿债保障能力。

本文的空间结构变量为碳排放水平的  $Lisa$  值( $Lisa$ )。 $Lisa$  值反映了局部空间自相关特征,并与整体空间相关指数成比例。在稳健性检验中, $Lisa$  值采用在邻接空间权重矩阵下的空间结构变量  $Lisa$  值。

本文的控制变量主要包括:(1)对外开放程度( $Open$ ),采用进出口总额占 GDP 的比值来衡量。(2)产业结构( $Irs$ ),采用第二产业增加值占 GDP 的比值来衡量。(3)消费水平( $Consume$ ),采用社会消费品零售总额占 GDP 的比值来衡量。(4)环境规制强度( $Reg$ ),采用工业治理污染所完成的投资额与规模以上企业主营业务成本之比来衡量。

#### (三) 数据来源与特征事实

本文样本数据为 2018—2021 年各省级政府数据,绿色地方政府专项债数据来源于 Wind 数据库及中国地方政府债券信息公开平台。数据的处理原则是:除了实际贴标绿色的专项债以外,再根据专项债券资金使用“实质绿”的标准即资金实际已投向绿色项目或产业的债券,筛选出全部绿色地方政府专项债数据。碳排放数据来源于 CEADs 网站;政府性基金收入数据来源于各省份财政决算表;其他数据均来源于国家统计局。对于缺失数据,采用插值法补齐。主要变量的描述性统计如表 1 所示。

2019 年 6 月,江西省发行全国首单贴标绿色地方政府专项债券,发行规模为 3 亿元,创新了我国绿色资金融资模式。此后,广东省、深圳市(在香港发行)发行了明确“贴标”绿色地方政府专项债券。现实

表 1

变量描述性统计

变量	符号	样本数	均值	标准差	最小值	最大值
碳排放水平	<i>Ac</i>	120	3.23	2.39	0.44	11.79
绿色地方政府专项债券发行规模	<i>Size</i>	120	29.76	115.49	0.00	1065.61
绿色地方政府专项债券平均利率	<i>Rate</i>	120	0.87	1.54	0.00	4.31
绿色地方政府专项债券收益率	<i>Syl</i>	120	0.25	0.51	0.00	2.53
政府性基金收入	<i>Zfxjj</i>	120	0.07	0.03	0.02	0.17
空间结构变量	<i>Lisa</i>	120	0.01	0.10	-0.26	0.30
对外开放程度	<i>Open</i>	120	0.24	0.23	0.01	0.96
产业结构	<i>Irs</i>	120	0.37	0.07	0.16	0.72
消费水平	<i>Consume</i>	120	0.39	0.08	0.22	0.73
环境规制强度	<i>Reg</i>	120	6.96	6.20	0.26	30.72

“贴标”绿色的地方政府专项债券仍发行较少,而“实质绿”的地方政府专项债券较多(因篇幅所限,2018-2021年我国实际用途为绿色的地方政府专项债券发行情况省略,留存备索)。从区域空间来看,山东、广东、天津和湖南等省份发行实质绿的地方政府专项债券较多,而山西、黑龙江、新疆和宁夏等省份明显较少,还有少数省份未查到有绿色地方政府专项债券的发行。从发行年份来看,2020年发行“实质绿”的绿色地方政府专项债券较2019年增长了3倍多,2021年有所下降,但仍较2018年和2019年增长较多。

#### 四、实证结果与分析

##### (一)空间相关性检验

本文采用莫兰指数(Moran's I)对碳排放水平的空间自相关进行检验,基于邻接空间权重矩阵和地理距离空间权重矩阵,并对该两矩阵进行标准化处

理。若Moran's I取值显著为正,则表明碳排放水平存在正向空间自相关;若Moran's I取值显著为负,则表明碳排放水平存在负向空间自相关。从表2可以看出,2018-2021年的碳排放水平的莫兰指数均显著为正,且在1%的水平上显著,表明我国碳排放放在空间分布上显著正相关。

依据Moran's I指数,采用Rey(2010)提出的时空跃迁方法,进一步分析碳排放水平动态跃迁过程。<sup>[22]</sup>以2015年和2019年为例,说明碳排放水平空间分布集聚特征和碳排放水平动态跃迁过程,各省与邻省之间碳排放水平的相互关系如表3所示。在表3中,第一象限为高碳聚集区(高高—HH);第三象限为低碳聚集区(低低—LL);第二象限为自身碳排放水平较低,邻省碳排放水平较高(低高—LH);第四象限为自身碳排放水平较高,邻省碳排放水平较低(高低—HL)。由表3可以看出,位于第一和第三

表 2

全局莫兰指数检验结果

年份	邻接空间权重矩阵			地理距离空间权重矩阵		
	Moran's I	Z 值	P 值	Moran's I	Z 值	P 值
2018	0.437***	4.113	0.000	0.085***	3.554	0.000
2019	0.431***	4.107	0.000	0.081***	0.033	0.001
2020	0.429***	4.095	0.000	0.077***	3.747	0.001
2021	0.420***	4.037	0.000	0.072***	3.226	0.000

象限的地区居多,说明碳排放水平空间分布的异质特征。碳排放水平的动态跃迁类型可以分为以下三种类型:(1)向邻近象限跃迁,如重庆从第二象限(LH)跃迁至第三象限(LL)。(2)向非相邻象限跃迁,如陕西从第一象限(HH)跃迁至第三象限(LL)。(3)保持稳定,多数地区稳定在原象限。在这三种跃迁类型中,2015年和2019年均位于第一象限(HH)的省份碳排放聚集,转型压力大,反之均是位于第三象限(LL)的省份,其能源利用率较高,碳排放水平较低;2015年第二象限(LH)到2019年第三象限(LL)与2015年第一象限(HH)到2019年第三象限(LL)的省份均是向低碳聚集转变。

## (二) 基准回归分析

表4为基准回归结果,在最小二乘法(OLS)估计结果中,空间相关系数 Moran's I 值是 2.930,且在 1%的水平上显著,表明存在显著的空间自相关性,OLS模型估计结果存在偏差。对OLS模型进行拉格朗日乘子检验,空间滞后模型(SAR)的拉格朗日乘子(LM lag)和空间误差模型(SEM)的拉格朗日乘子(LM err)均在 1%水平上显著,表明采用空间滞后模型和空间误差模型均可。AIC、BIC和LIK是检验模型拟合度的指标,AIC和BIC越小,表示拟合度越好,而LIK越大,表明拟合度越好。从表4可以看出,空间误差模型和空间滞后模型优于OLS模型。

表3 碳排放水平动态跃迁过程

年份	第一象限(HH)	第二象限(LH)	第三象限(LL)	第四象限(HL)
2015	河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆	北京、山东、河南、重庆、四川	天津、上海、江苏、浙江、安徽、福建、江西、湖北、湖南、广东、广西、海南、云南	贵州
2019	河北、山西、内蒙古、辽宁、吉林、黑龙江、甘肃、青海、宁夏、新疆	北京、山东、河南、四川	天津、上海、江苏、浙江、安徽、福建、江西、湖北、湖南、广东、广西、海南、重庆、云南、贵州、陕西	

表4 基准回归结果

	OLS模型	SEM模型	SAR模型
Size	-0.278** (-2.27)	-0.183* (-1.71)	-0.205* (-1.78)
Rate	0.071(0.40)	0.096(0.63)	0.091(0.56)
Syl	0.747* (1.92)	0.344(0.97)	0.424(1.18)
Zfxj	-21.940*** (-4.63)	-1.425(-0.27)	-10.218** (-2.07)
Lisa	2.181*** (12.30)	2.248*** (13.81)	2.042*** (13.01)
常数项	3.755*** (9.25)		
$\rho$ 或 $\lambda$		0.562*** (5.80)	0.375*** (4.79)
R <sup>2</sup>	0.690	0.661	0.752
赤池信息准则(AIC)	419.108	403.912	398.184
贝叶斯信息准则(BIC)	435.833	423.425	417.696
估计的最大似然对数值(LIK)	-203.554	-194.956	-192.092
空间相关系数(Moran's I)	2.930***		
空间滞后模型的拉格朗日乘子(LM lag)	21.886***		

续表 4

	OLS 模型	SEM 模型	SAR 模型
空间误差模型的拉格朗日乘子 (LM err)	16.203***		
空间滞后模型的稳健性拉格朗日乘子 (Robust LM lag)	6.956***		
空间误差模型的稳健性拉格朗日乘子 (Robust LM err)	1.273		

注:括号内为 t 值;\*\*\*、\*\*、\* 分别表示 1%、5%、10% 的显著性水平。

如表 4 中,以空间滞后模型为基准,绿色地方政府专项债券发行规模的系数为-0.205,且在 10% 的水平上显著,验证了研究假设 H1。即绿色地方政府专项债券对碳减排效应会产生空间溢出,不仅有利于降低本地区的碳排放水平,而且会带动相邻区域降低碳排放水平。在制度结构变量中,政府性基金收入的系数为-10.218,在 5% 的水平上显著。这意味着绿色地方政府专项债券偿债保障越高,碳排放水平越低。在上述三种模型中,绿色地方政府专项债券的平均利率系数分别为 0.071、0.096 和 0.091,且均不显著。从经济意义上看,绿色地方政府专项债的平均利率越高,越不利于降低碳排放水平。绿色地方政府专项债券的收益率系数分别为 0.747、0.344 和 0.424,但仅有 OLS 模型在 10% 的水平上显著。从经济意义上看,绿色地方政府专项债券项目的收益率越高,越不利于降低碳排放水平。其可能的原因是,如果绿色地方政府专项债券的项目投放过于注重经济效益,则会有损环境效益,从而验证了研究假设 H2。SAR 模型的空间结构变量系数为 2.042,且在 1% 的水平上显著为正,表明在考虑空间—制度互动的视角下,空间结构的效应进一步凸

显。空间系数在 SEM 模型中为 0.562,在 SAR 模型中为 0.375,且均在 1% 的水平上显著为正。

### (三) 空间效应分解

根据空间计量点估计结果判断是否存在空间溢出效应,可能会导致错误的结论。为进一步确定绿色地方政府债券制度对降低碳排放水平是否存在空间溢出效应,本文基于表 4 中的 SAR 模型,利用偏微分方法对其进行空间效应分解,通过直接效应、间接效应和总效应分析绿色地方政府专项债券的空间溢出效应。直接效应反映绿色地方政府专项债券对本地碳排放水平的影响,间接效应反映绿色地方政府专项债券对其他地区碳排放水平的影响,总效应反映某地区对所有地区碳排放水平的平均影响。由表 5 的空间效应分解结果可以看出,制度结构变量中绿色地方政府专项债发行规模和政府性基金收入总效应分别为-0.323 和-16.504,表明绿色地方政府专项债券的发行规模越大和偿债保障程度越高,越有利于降低本地区及相邻地区的碳排放水平,具有显著的空间溢出效应。绿色地方政府专项债券的平均利率和项目收益率总效应系数分别为 0.134 和 0.730,但均不显著。

表 5 空间效应分解结果

	直接效应	间接效应	总效应
Size	-0.209* (-1.71)	-0.114 (-1.52)	-0.323* (-1.70)
Rate	0.086(0.50)	0.048(0.48)	0.134(0.50)
Syl	0.474(1.32)	0.257(1.19)	0.730(1.30)
Zfxij	-10.809** (-2.25)	-5.695** (-2.14)	-16.504*** (-2.35)
Lisa	2.131*** (13.38)	1.194*** (3.21)	3.325*** (7.38)

注:括号内为 t 值;\*\*\*、\*\*、\* 分别表示 1%、5%、10% 的显著性水平。

#### (四)“空间—制度”互动类型

根据表4的空间滞后模型和空间误差模型的估计结果识别“空间—制度”互动类型,结果如表6所示。绿色地方政府专项债券发行规模与空间结构互动存在部分交叉作用。绿色地方政府专项债券发行规模越大,越有利于降低地方碳排放水平,即一部分原因是绿色地方政府债券的发行单独有利于降低碳排放水平,另一部分原因是绿色地方政府债券发行规模与空间结构互动有利于降低碳排放水平。绿色地方政府专项债券平均利率与空间结构互动存在制度依附,即绿色地方政府债券平均利率不会单独对地区碳排放水平产生影响,但会通过空间结构互动来降低碳排放水平。其可能原因是自2018年8月起,根据财政部的统一指导,各品种、各地方债券发行利率基本趋同(刘颖,2021),集合定价出现“搭便车”现象(乔宝云和刘乐峥,2017)。<sup>[23-24]</sup>同时,地方政府经济状况、信息披露情况和市场流动性等因素会影响专项债券定价(王敏和方铸,2018),<sup>[25]</sup>这些因素本身存在空间差异,所以,导致绿色地方政府专项债券平均利率依附于空间结构。绿色地方政府专项债券收益率与空间结构存在制度依附,即绿色地方政府债券项目收益率不会单独对地区碳排放水平产生影响,但会通过空间结构互动来影响碳排放水平。其可能原因是地方政府更加依赖地方政府性基金收入对专项债券的偿还,因而收益率对碳排放水平的影响较小。地方政府性基金收入与空间结构互动存在制度依附或部分交叉作用,当政府性基金收入系数不显著为制度依附时,地方政府性基金收入不会单独对地区碳排放水平产生影响,但会通过空间结构互动来降低碳排放水平;当地方政府性基金收入显著为部分交叉时,地方政府专项债券平均利率有利于降低地区碳排放水平,一部分原因

是地方政府性基金收入单独有利于降低碳排放水平,另一部分原因是地方政府性基金收入与空间结构互动有利于降低碳排放水平。

可见,绿色地方政府专项债券的发行制度和空间制度对碳排放水平的影响是多样的,既有各自的效应产生,又有相互的效应产生,进一步验证了前文提到的碳排放自然属性和治理属性。

#### (五)稳健性检验

为检验模型估计结果是否稳健,本文采用邻接空间权重矩阵进行稳健性检验(因篇幅所限,回归结果省略,留存备案)。以空间滞后模型为基准,在制度结构变量中,绿色地方政府专项债券发行规模和地方政府性基金收入的系数分别为-0.509和-40.678,且均在1%的水平上显著为负,与空间结构部分交叉。绿色地方政府专项债券平均利率和收益率的系数分别为0.372和0.441,与空间结构互动类型为制度依附,与基准模型结果一致,验证了基准模型的稳健性。

#### 五、进一步分析

本部分进一步检验绿色地方政府专项债券能否通过优化能源消费结构来发挥碳减排效应。从个人能源消费来看,发行绿色地方政府专项债券体现了政府政策倾向,向市场释放节能环保的理念,引导消费者选择环境友好型产品,鼓励公众环境监督,促进能源消费清洁化。从厂商能源消费来看,绿色地方政府债券投向绿色产业,不仅直接为促进产业绿色转型升级提供资金,促进消费能源的清洁化,而且可以引导社会资本流向绿色产业,抬高污染企业的融资成本,倒逼污染企业加快碳排放设备和技术升级,提高清洁能源的使用比重。能源消费结构有三种测量方式:一是采用新能源消费量与总能源消费量的比重来衡量。由于新能源消费量的数据缺乏,因此,能源消费结构采用清洁能源发电量与总发电量的比

表6 空间—制度识别结果

	<i>Size</i>	<i>Rate</i>	<i>Syl</i>	<i>Zfxij</i>
制度结构变量	显著	不显著	不显著	不显著/显著
空间结构变量	显著	显著	显著	显著
空间系数	显著	显著	显著	显著
空间—制度互动类型	部分交叉	制度依附	制度依附	制度依附/部分交叉

值来衡量。作为重要的二次能源,发电量是终端能源消费清洁化的关键体现,间接反映了个人和厂商的能源消费量。二是采用电能消费量与总能源消费量的比重来衡量。三是采用煤炭消费量与总能源消费量的比重来衡量,该指标为逆向指标。鉴于绿色地方政府专项债券通过个人消费端和厂商消费端促进能源消费清洁化,本文选用第一种方式衡量能源消费结构。从表7的列(1)至列(3)可以看出,绿色地方政府专项债券系数分别为0.024、0.016和0.021,均至少在10%的水平上显著为正,即绿色地方政府专项债券可以促进能源消费清洁化。列(4)至列(6)的能源消费结构系数分别为-3.174、-2.683和-2.240,均在1%的水平上显著为负,表明能源消费结构优化有助于降低碳排放水平。

## 六、结论与政策建议

### (一)主要结论

本文利用2018-2021年的省级面板数据,基于制度—空间互动的视角,通过构建绿色地方政府专项债券的碳减排效应的理论模型和空间计量模型,研究了我国绿色地方政府专项债券的碳减排效应,得出了主要结论:(1)绿色地方政府专项债券的发行显著地降低了碳排放水平,且具有空间溢出效应,不仅降低了本地碳排放水平,而且会产生溢出效应,带

动相邻区域降低碳排放水平。(2)在绿色地方政府债券制度中,发行规模越大和地方政府性基金收入越多,越有利于降低碳排放水平,与空间结构互动存在部分交互作用。发行规模和地方政府性基金收入既可以单独发挥碳减排效应,又可以与空间互动,有利于降低碳排放水平。绿色地方政府专项债券平均利率和项目收益率对碳排放水平的影响为正向,平均利率和项目收益率越高,越不利于降低碳排放水平,主要表现为制度依附于空间结构,平均利率和项目收益率对碳排放水平的影响较小。(3)进一步分析发现,绿色地方政府专项债券通过优化能源消费结构来降低碳排放水平,向市场释放节能环保的理念和直接促进消费能源的清洁化。

### (二)政策建议

1. 实施属地和区域联动相结合的治理模式,明确绿色地方政府专项债券资金分担比例。碳排放的自然溢出特性使得各省份的碳排放治理不能独善其身,且在治理中可能会由于政策选择而使得企业转移至邻近区域,引致工业企业集聚迁移,造成本地经济效益损失和邻地的环境损失。同时,本地的碳减排治理对邻近地区产生溢出效应,地方政府可能会坐享其成,出现“搭便车”行为,从而减少本地区的碳排放治理投入。具体措施如下:一是加强与邻近区域

表7 能源消费结构的机制检验结果

	<i>Ecs</i>			<i>Ac</i>		
	(1) OLS 模型	(2) SEM 模型	(3) SAR 模型	(4) OLS 模型	(5) SEM 模型	(6) SAR 模型
<i>Size</i>	0.024** (2.55)	0.016* (1.93)	0.021** (2.55)			
<i>Ecs</i>				-3.174*** (-4.60)	-2.683*** (-3.86)	-2.240*** (-3.79)
<i>Open</i>	-0.572*** (-6.01)	-0.382*** (-4.05)	-0.396*** (-4.75)	-4.546*** (-5.58)	-2.703*** (-3.60)	-2.910*** (-4.01)
<i>Irs</i>	-0.521* (-1.78)	-0.132 (-0.49)	-0.345 (-1.41)	-0.635 (-0.29)	2.525 (1.36)	1.608 (0.86)
<i>Consume</i>	0.067 (0.27)	0.364 (1.32)	0.214 (1.01)	-9.339*** (-4.90)	-9.073*** (-4.40)	-8.819*** (-5.40)
<i>Reg</i>	-0.009*** (-2.64)	-0.007** (-2.36)	-0.009*** (-2.99)	0.153*** (5.75)	0.129*** (5.17)	0.139*** (5.90)
常数项	0.641*** (4.14)			7.919*** (6.35)		
$\rho$ 或 $\lambda$		0.595*** (6.40)	0.556*** (6.67)		0.607*** (6.50)	0.465*** (6.35)
$R^2$	0.235	0.284	0.426	0.568	0.662	0.750

注:括号内为t值;\*\*\*、\*\*、\*分别表示1%、5%、10%的显著性水平。

的碳排放治理协同,明确各地行政和出资责任,相互监督,提高区域碳排放治理能力,以局部联动带动全国联动。二是明确邻地之间绿色地方政府专项债券的资金成本和收益分担比例,统一碳减排治理效果的奖励与惩罚机制。

2. 基于地理、经济和碳排放等空间差异,发行不同类型的绿色地方政府专项债券。一是因地制宜地发行符合当地地理和资源特色的绿色地方政府专项债券。如在高碳排放地区重点发行直接节能减碳项目的绿色地方政府专项债券,而在生态降碳短板地区重点发行生态环保项目的绿色地方政府专项债券。二是发行绿色地方政府专项债券前的信用评级应充分考虑地方政府的经济状况。如对于预计债券收益好的绿色地方政府专项债券项目,可以考虑引入财政增信的做法,提高绿色地方政府专项债券信用评级,加强其市场化程度。三是发挥区域间绿色地方政府专项债券和传统财政政策工具的协同配合作用,拓宽财政环保资金来源,加大投资力度,优化跨区域污染源碳减排专项资金和绿色政府采购资金制度安排。

3. 结合碳减排目标和现状,优化绿色地方政府债券发行与偿还制度。一是加大绿色地方政府专项债券发行规模,特别是以降低碳排放为目标的碳中和地方政府债券的发行规模,弥补环境治理的财政资金缺口。优化绿色地方政府专项债券的发行利率,降低发行成本和减轻地方政府偿还压力。二是合理配置绿色地方政府债券发行年限。绿色地方政府债券的期限设置要充分考虑实现碳达峰、碳中和周期长的特点,将绿色地方政府专项债券项目周期与债券还本付息周期相匹配。三是针对各地碳减排的进程不同以及碳排放的空间差异,权衡绿色地方政府专项债券项目的经济收益和环境收益,避免单纯为获得经济收益而放弃环境收益的项目落地。四是保障绿色地方政府专项债券的偿债资金来源,合理调配地方政府性基金收入到暂时还未获得经济收益的绿色地方政府专项债券,以便保障认购者权益。

4. 引入第三方机构,加强绿色地方政府专项债券各环节的专业审核、监督与披露。一是加强对绿色地方政府专项债券发行前和存续期的绿色债券评

估认证,测算预期经济收益和环境收益,确定项目是否具备绿色属性,防范“漂绿”与“洗绿”行为,提高绿色地方政府债券的公信力和认购者的投资信心。二是对绿色地方政府专项债券的资金投向、项目实现收益以及偿还本息等进行定期追踪评估,提高财政资金使用效率,杜绝项目资金挪用及项目烂尾等情况。三是探索中介费用由发行人付费转变为投资者付费,加强对绿色地方政府专项债券和发行主体的信用评级机构管理,避免中介机构为如期足额获得中介费用或迫于政府压力而出具“信用膨胀”的评级报告。

#### 参考文献:

- [1]陈诗一,祁毓.“双碳”目标约束下应对气候变化的中长期财政政策研究[J].中国工业经济,2022,(5):5-23.
- [2]李升,王晓玲,张颖.促进我国经济社会绿色发展的财政金融政策研究[J].财政监督,2022,(11):83-90.
- [3]温来成,余燕,李升.建立我国绿色政府债券制度的思考[J].经济研究参考,2022,(6):65-73+144.
- [4]崔惠玉,徐颖,王宝珠.发展我国绿色政府债券:问题及对策[J].经济研究参考,2022,(2):88-98.
- [5]毛晖,王明月,梁天琪.助力“双碳”目标的地方财政金融协同机制[J].地方财政研究,2022,(5):37-46.
- [6]江红莉,王为东,王露,吴佳慧.中国绿色金融发展的碳减排效果研究——以绿色信贷与绿色风投为例[J].金融论坛,2020,(11):39-48+80.
- [7]李江涛,黄海燕.绿色金融的生态环境效应——双碳目标下粤港澳大湾区的实践检验[J].广东财经大学学报,2022,(1):87-95.
- [8]刘锋,黄苹,唐丹.绿色金融的碳减排效应及影响渠道研究[J].金融经济研究,2022,(6):144-158.
- [9]祁怀锦,刘斯琴.绿色金融政策促进企业绿色创新吗——来自绿色金融改革创新试验区的证据[J].当代财经,2023,(3):94-105.
- [10] Dasgupta S., Laplante B.. Capital Markets in Developing Countries[J]. Journal of Environmental Economics and Management,2001,42(3):310-335.
- [11] Kant A.. Practical Vitality of Green Bonds and Economic Benefits [J]. Review of Business and Economics Studies,2021,9(1):2-83.
- [12]陈奉功,张谊浩.绿色债券发行能引发市场良性反应

吗?——兼论“双碳”目标的政策激励效应[J]. 证券市场导报,2022,(7):48-60.

[13] 吴育辉,田亚男,陈韞妍,徐倩. 绿色债券发行的溢出效应、作用机理及绩效研究[J]. 管理世界,2022,(6):176-193.

[14] 武红. 中国省域碳减排:时空格局、演变机理及政策建议——基于空间计量经济学的理论与方法[J]. 管理世界,2015,(11):3-10.

[15] 曹鸿杰,卢洪友. 中国纵向转移支付的生态环境效应[J]. 中南财经政法大学学报,2020,(4):57-65+84+159.

[16] 谭中明,康勤,董蕴仪. 绿色金融支持下的生态福利绩效影响及其空间效应研究[J]. 金融理论与实践,2023,(5):80-92.

[17] 朱军. 财税理论的前沿发展及其对中国启示——基于研究视域拓展的理论思考[J]. 税收经济研究,2014,(4):84-89.

[18] 孙开,温馨. 略论空间财政的研究对象与研究范式[J]. 财政研究,2014,(12):34-38.

[19] 刘尚希. 关于空间财政的几点理论思考[J]. 财政科学,2022,(12):5-9.

[20] 张平,王楠. PPP 视阈下我国地方政府隐性债务风险的空间分布测度与防范对策[J]. 当代财经,2020,(12):39-49.

[21] 马玉娜,顾佳峰. 县际公共养老福利资源配置研究——兼论空间与制度结构的影响[J]. 社会学研究,2015,(3):146-169+244-245.

[22] Rey S. J. . Spatial Empirics for Economic Growth and Convergence[J]. Geographical Analysis,2010,33(3):195-214.

[23] 刘颖. 地方政府专项债券发行演变与改进建议[J]. 地方财政研究,2021,(2):4-10.

[24] 乔宝云,刘乐崧. 中国地方债:成长的烦恼[J]. 财政科学,2017,(7):67-73.

[25] 王敏,方铸. 我国地方政府债券发行成本的影响因素分析——基于2015-2017年3194只债券的实证证据[J]. 财政研究,2018,(12):35-47+83.

## Spatial Carbon Reduction Effects of China's Local Government Green Special Bonds under the "Dual Carbon" Goals

Zhang Ping      Guo Qinghua

**Abstract:** The local governments in China are facing huge financial pressure under the "dual carbon" goals, and the local government special green bonds are an important source of financial resources to reduce financial pressure and improve the ecological environment. Based on the provincial panel data from 2018-2021, this paper empirically analyzes the spatial carbon emission reduction effect of the local government green special bonds. The results show that the issuance of local government green special bonds has significantly reduced the carbon emission levels and has a spatial spillover effect, that in the local government green bond system, the larger the issuance scale and the more local government fund revenue, the more beneficial it is to reduce carbon emission levels, and that the higher the average interest rate and project yield, the less beneficial it is to reduce carbon emission levels. Further analysis reveals that the local government green bonds can reduce carbon emission levels by optimizing the energy consumption structure. Therefore, it is necessary to implement a governance model that combines territorial and regional linkages to clarify the proportion of the local government green bonds, issue different types of local government green bonds based on spatial differences in geography, economy and carbon emissions, optimize the issuance and reimbursement system of the local government green special bonds in light of the carbon emission reduction targets and the current situation, and introduce a third-party institution to strengthen the professional auditing, monitoring and disclosure of the local government green bonds in all aspects.

**Key words:** "double carbon" goals; local government green special bonds; carbon emission reduction effect; financial pressure