

中国碳排放权交易机制与实践： 基于微观企业股权资本成本的视角

刘向强¹, 方 祺², 胡 珺²

(1. 西南大学经济管理学院, 重庆 400715; 2. 海南大学国际商学院, 海南 海口 570228)

摘 要: 碳排放权交易市场作为企业减排增效的重要机制, 引发了资本市场投资者对企业碳排放问题的关注, 进而可能影响投资者对企业的风险评估与价值判断。手工整理中国各试点碳市场的控排企业名录发现: 碳排放权交易机制显著提升了控排企业的权益资本成本, 主要机制为投资者碳风险关注, 但该市场机制存在明显的效应边界。进一步发现, 当碳市场的初始配额实施部分竞价拍卖和非履约主体交易更为活跃, 产品市场竞争程度更高和企业所在城市空气污染更为严重, 以及企业非财务绩效表现更好时, 碳排放权交易机制对企业权益资本成本的提升作用更为明显。研究结论有助于更为全面的评估我国碳市场建设的经济后果, 为该低碳环保政策的持续推广提供理论依据与经验参考。

关键词: 碳排放权交易 碳市场机制设计 投资者碳风险关注 权益资本成本

中图分类号: F832. 5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005 - 0566 (2024) 05 - 0142 - 10

Carbon emission trading mechanism and practice in China: From the perspective of cost of equity capital

LIU Xiangqiang¹, FANG Qi², HU Jun²

(1. College of Economics and Management, Southwest University, Chongqing 400715, China;
2. International Business School, Hainan University, Haikou 570228, China)

Abstract: As an important mechanism for enterprises to reduce emissions and increase efficiency, the carbon emission trading market has aroused the attention of investors in the capital market on the carbon emission issue of enterprises, which may affect investors' risk assessment and value judgment of enterprises. By manually sorting out the list of emission control enterprises in various carbon emission trading markets in China, this paper finds that the carbon emission trading mechanism has significantly increased the cost of equity capital of enterprises listed in carbon emission trading markets. The main mechanism is that investors pay attention to carbon risk, but the market mechanism has obvious effect boundaries. It is further found that when the initial quota of the carbon market is partially auctioned and transactions are more active, the competition in the product market is higher, the air pollution in the city where the enterprise is located is more serious, and the non-financial performance of the enterprise is better, the carbon emission trading mechanism has a more significant effect on the cost of equity capital of the enterprise. The conclusion of this study is helpful to

收稿日期: 2024-01-28 修回日期: 2024-03-29

基金项目: 国家自然科学基金项目“并购业绩补偿承诺的影响因素及其经济后果研究”(719021165); 国家自然科学基金地区项目“碳排放权交易市场、投资者碳风险关注与资本市场效率研究”(72362011); 重庆市社会科学规划项目“数字化转型推动市属国有制造业转型升级高质量发展研究”(2022NDYB56); 中央高校基本业务费项目“企业并购重组中的商誉减值及其风险防范研究”(SWU2109212)。

作者简介: 刘向强(1987—), 湖南邵阳人, 西南大学经济管理学院副教授, 管理学博士, 研究方向为资本市场与公司财务。通信作者: 胡珺。

comprehensively evaluate the economic consequences of China's carbon market construction, and provide theoretical basis and empirical reference for the continuous promotion of this low-carbon environmental protection policy.

Key words: carbon emission trading; carbon market mechanism design; investors' attention about carbon risk; cost of equity capital

在全球工业化进程中,气候资源长期被视为一种免费的公共产品而被使用,伴随着工业生产对传统能源的无节制消耗与大量温室气体排放,在全球经济高速增长的同时,气候环境也遭受了严重破坏,诸如全球气候变暖、极端天气频现、PM_{2.5}频繁“爆表”等现象都预示着,气候资源的公共属性正逐步导致生态环境的“公地悲剧”,挑战和威胁着人类赖以生存的生态基础。在此背景下,转变工业文明下的传统生产理念,探寻人与自然和谐共生的经济发展路径,已成为全世界经济主体甚至全人类的共同挑战与任务。

由于二氧化碳通常被认为是导致气候环境恶化的主要原因,而企业是二氧化碳重要排放源,故对企业碳排放进行管控约束,是气候治理的典型方式。作为气候治理的重要工具,碳市场的节能减排效果备受关注,也是近年来学术研究的热点话题。追根溯源环境污染(包括碳排放),企业在生产和投资过程中缺乏环保意识应是主要原因,但为企业提供资金支持的资本市场,在资源配置或资产定价中的环保考量不足,可能也扮演了重要角色。碳市场可能引发资本市场投资者对企业碳排放问题关注,而且碳市场将企业碳排放由公共资源转变为有价生产要素,会直接改变企业生产函数,这也可能影响投资者对企业的风险评估与价值判断。因此,本文认为,以投资者碳风险关注为联结,碳市场很可能影响资本市场投资者对企业生产经营的碳风险溢价,进而影响企业权益资本成本。

基于上述分析,本文通过手工收集8个碳市场的控排企业名录,采用双重差分方法(DID)考察碳市场实施如何影响企业权益资本成本。研究发现:碳排放权交易市场的实施显著提升了企业权益资本成本,该效应通过引发投资者的碳风险关注产生作用,且存在明显的边界。进一步研究还发现,当碳市场的初始配额实施部分竞价拍卖、非履约主体交易更为活跃,以及产品市场竞争程度更高、企业所在城市空气污染更为严重时,碳排放

权交易机制对企业权益资本成本的提升作用更为明显。此外,当企业非财务绩效表现较好时,投资者关注转移弱化了碳市场对企业权益资本成本的提升效应。

本文研究存在的贡献主要有3个方面:第一,本文基于资本市场效率这一新颖视角,对我国碳市场建设的经济效应进行科学评估,有助于更为全面的了解和揭示该市场型环保政策的经济后果,研究结论也能够为碳市场提供理论依据与经验参考;第二,本文聚焦全球气候风险威胁下的碳市场建设,探究并揭示该低碳环保制度如何影响投资者的定价与交易行为,研究结论有助于从低碳环保制度设计的角度,为打造和建设我国更高质量的资本市场提供新的思路与启示;第三,目前关于中国碳市场环境或经济影响的研究大都未对控排单位进行区分^[1-4],这可能对碳市场的环境与经济影响形成有偏估计。因此,本文将基于手工整理的各碳市场控排企业名录构建处理组,通过双重差分模型检验碳市场对资本市场效率的影响,有助于科学地揭示两个市场联动的因果关系。

一、文献回顾与理论分析

(一)碳排放权交易机制的相关研究

关于碳市场实施的经济影响已引起了广泛关注与讨论,国内外经验研究均表明,碳市场机制无论在宏观还是微观层面,都取得了较好的减排效果。国外基于碳市场减排效果的研究相对较早,相关文献分别基于欧盟^[5-6]等国家或地区的经验证据均发现,碳市场所在国家和覆盖控排企业的二氧化碳排放量都得到了明显的降低。中国启动碳市场交易相对较晚,早期研究主要是围绕碳市场减排效果进行政策模拟分析^[7],这些研究均指出,我国碳市场能够有效约束企业温室气体排放。伴随着我国碳市场试点的逐步推进,经验研究也逐渐增加,虽然一些学者指出,现阶段我国碳市场法制体系与市场机制还不够完善,可能在一定程度上约束碳市场的有效运转^[8-9],但大量研究的证据均表明,这并没有妨碍我国碳市场积极效应

的发挥,在碳市场试点地区和控排企业中,碳排放量都得到了明显降低^[1,10]。

(二)碳市场联动资本市场的相关研究

围绕碳市场实施的资本市场反应,国内外学者都进行了广泛探讨。如 Veith 等^[11]以欧洲电力行业企业为样本,采用事件研究方法考察了欧盟碳市场启动时资本市场短期反应,发现在碳市场宣告启动的短期窗口内,电力企业获得显著更高的累积超额回报,即投资者对该低碳政策做出了积极反应。从我国碳市场来看,Ye 等^[12]采用事件研究方法考察了我国宣告启动碳市场建设的资本市场影响,发现能源生产与销售企业在公告窗口期内获得显著更高的累积超额收益,且当企业具有更好的减排绩效时,投资者的积极反应会更为明显。

除了考察碳市场启动时的资本市场反应外,金融学领域很多研究还考察了碳市场与资本市场价格的联动关系。如 Tan 等^[13]考察了欧盟碳市场与资本市场的收益联动关系,发现由于信息的交互性,两大市场间存在显著的收益溢出;基于我国两大市场的经验证据,很多研究发现,我国碳市场与股票市场也存在收益与波动的双向溢出效应,且投资者情绪在其中扮演了联结作用^[14-15]。

(三)理论分析与研究假设

企业风险是影响投资者收益要求或企业权益资本成本最为重要的因素^[16]。伴随着全球气候威胁增加,近年来许多国内外研究发现,气候风险引起了投资者关注,并影响了资本市场定价与交易行为^[17-18]。本文认为碳排放权交易机制可能从如下两个方面影响投资者的风险定价和投资行为,从而作用于企业权益资本成本的提升。

一是从财务风险方面来看,碳市场的实施改变了企业生产效应函数,可能引发资本市场投资者对企业生产经营的碳风险溢价。对于纳入碳市场交易的控排企业而言,无论是碳排放的成本还是减排的成本,都增加了控排企业的经营负担和财务风险,资本市场投资者可能会提高控排企业的碳风险溢价。简单来说,碳市场实施前,二氧化碳排放是免费的公共资源。但随着碳市场的建立实施,企业碳排放被赋予了相应的产权与价格,控排企业需要在碳市场购买排放配额或通过减少碳排放量的方式以达到市场型环境规制的要求。这

意味着,碳排放会成为新的生产要素计入企业生产成本,企业生产效应函数也会随之改变。资本市场投资者对企业未来财务绩效进行评估预测时,可能增加碳排放风险的考量,并要求更高的风险报酬,进而提高了控排企业的权益资本成本。

二是从非财务风险方面来看,碳市场对企业碳风险的具有揭示作用,投资者的气候关注也可能增加企业权益资本成本。作为应对全球气候风险的重要政策工具,不仅显化了气候风险问题,还能够引起投资者对企业低碳发展相关信息的更多关注。如投资者依据碳市场控排企业名录,直接了解到公司碳风险严重程度,在此情境下碳市场揭示的非财务信息引导了投资者关注控排企业的碳排放风险问题。国内外文献都指出,当资本市场投资者在关注到企业涉及气候风险的碳排放问题后,在其进行投资决策时将会考虑碳风险溢价,并最终作用于资产定价^[19]。这也就意味着,在碳排放权交易机制揭示作用的引导下,投资者源于气候风险关注也可能会提高对控排企业的风险溢价,使得企业权益资本成本增加。综上分析,本文提出以下假设。

H1:碳市场的实施会显著增加公司权益融资的资本成本。

二、研究设计

(一)样本与数据

中国从 2013 年开始试点碳排放权交易市场,并先后在深圳、上海、北京、广东、湖北、天津、重庆和福建 8 个地区启动了碳市场交易,经过 8 年地区试点,2021 年在电力行业上线全国统一性的碳市场。由于 2021 年之后的数据还未更新,且实验窗口期相对较短,本文主要聚焦中国现有的八大碳市场。本文将以我国 A 股所有上市公司为初始研究样本,选择 2010 年作为研究样本的起始年份,这样可以保证每个碳市场实施前至少有 3 年的窗口期,从而能够更好地观测到碳市场实施前后投资者风险关注与资本市场效率变化。

数据来源方面,碳市场相关变量主要根据中国各碳交易所信息手工整理,其他相关财务数据主要来源于国泰安(CSMAR)和万德(WIND)数据库。本文将按照以下原则对初始样本进行预处理:①剔除金融行业上市公司;②剔除当年被 ST 的公司—年度

样本;③剔除存在数据缺失的公司一年度样本。为了避免异常值对估计结果的影响,我们将对所有连续变量分别在1%和99%分位处做缩尾处理。

(二)模型设计与变量定义

中国碳排放权交易机制采取地区逐步试点的模式,本文设计双重差分(DID)模型检验碳市场的实施对公司权益资本成本的影响,具体模型设定如下:

$$COE_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 CTS_{i,t} + \beta_2 Treat_i + \alpha Controls_{i,t} + FixedEffect + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

在模型(1)中, COE 为公司权益资本成本,主要用PEG和MPEG模型计算出的结果衡量权益资本成本。参考Easton^[16]、毛新述等^[20]的研究,PEG和MPEG的计算方法如模型(2)和模型(3)所示。其中,PEG模型假定企业非正常收益的增长率恒定且为零,MPEG模型则在PEG模型的基础上,假定企业非正常收益的增长率保持不变。

$$PEG_{i,t} = \sqrt{(EPS_{i,t+2} - EPS_{i,t+2}/P_{i,t})} \quad (2)$$

$$MPEG_{i,t} = \sqrt{(EPS_{i,t+2} + MPEG_{i,t} \times DPS_{i,t+1} - EPS_{i,t+2})/P_{i,t}} \quad (3)$$

在这两个模型中, PEG 和 $MPEG$ 表示公司*i*在第*t*期的权益资本成本; EPS 表示对应期末的每股盈余预测值; DPS 则表示期末每股股利的预测值; P 表示公司期末股价。关于每股盈余预测,国外文献主要采用分析师预测,但我国分析师人数相对更少,对企业的盈余预测不太完整,数据缺失较多,故国内文献更多利用公司基本面数据进行预测^[20-21],具体模型如下:

$$EPS_{i,t+\gamma} = \beta_0 + \beta_1 EV_{i,t} + \beta_2 TA_{i,t} + \beta_3 DIV_{i,t} + \beta_4 DD_{i,t} + \beta_5 EPS_{i,t} + \beta_6 NEGE_{i,t} + \beta_7 ACC_{i,t} + \varepsilon_{i,t} \quad (4)$$

式(4)中, EPS 为公司每股盈余; EV 为公司期末价值,等于总资产与权益的市场价值之和减去权益的账面价值; TA 表示期末总资产; DIV 为每股股利; DD 为是否支付股利的哑变量; $NEGE$ 为盈余指示变量,公司盈余为负时为1; ACC 为期末应计利润。股利预测值为盈余预测值与当年实际股利支付率的乘积,将相应的预测值代入模型(2)和模型(3)中,即可计算出公司相应年份的权益资本成本。

解释变量 $Treat$ 表示上市公司是否为碳市场的控排企业。参考胡珏等^[22-23]的方法,从各碳市

场手工收集和整理了需履约的控排企业名录,然后与上市公司进行匹配,若上市公司为控排企业,定义为处理组,对 CTS 赋值为1,样本中的其他企业则归入对照组,对 $Treat$ 赋值为0。变量 CTS 表示企业为碳市场控排和进入时间的交互项,企业被纳入碳市场控排后的年份赋值为1,纳入前的年份及其他未进入控排名录的企业赋值为0。

$Controls$ 表示控制变量,参考已有文献^[20-21],本文在模型(1)中控制了如下变量:公司规模($Size$)、财务杠杆(Lev)、净资产收益率(ROE)、公司年龄($FirmAge$)、第一大股东持股($TOP1$)、董事长是否兼任总经理($Dual$)、董事会规模($Board$)、独立董事比例($Indep$)、企业市值账面比(MB)、股票系统性风险($BETA$)、股票流动性($TurnOver$)、媒体关注度($Media$)、分析师跟踪($Analayse$)等。此外,本文还在模型(1)中控制了年度、省份和公司固定效应。本文研究中主要变量的定义如表1所示。

表1 变量定义和计算方法

变量符号	变量名称	计算方法
PEG	权益资本成本	以PEG模型估算的公司权益资本成本(%)
$MPEG$	权益资本成本	以MPEG模型估算的公司权益资本成本(%)
$Treat$	碳控排企业	企业是否为碳排放权交易控排企业,若是 CTS 取值为1,否则为0
CTS	控排时间	企业纳入控排后年份为1,之前年份和未控排企业为0
$Size$	公司规模	企业总资产规模的自然对数 = $\ln$ (总资产数值)
Lev	财务杠杆	企业的资产负债率 = 总负债/总资产
ROE	权益收益率	企业年度总资产收益率 = 当期净利润/期末所有者权益
$FirmAge$	公司年龄	企业成立时间的自然对数 = $\ln(1 + (\text{数据年份} - \text{成立年份}))$
$Top1$	第一大股东持股	企业第一大股东持股比例 = 第一大股东持股数量/总股数(%)
$Dual$	两职合一	企业董事长和总经理是否为同一人,若是 $Dual$ 取值为1,否则为0
$Board$	董事会规模	企业董事会人数的自然对数 = $\ln(1 + \text{董事会人数})$ (%)
$Indep$	独立董事比例	企业独立董事比例 = 独立董事人数/董事总人数(%)
MB	市值账面比	企业市值账面比 = 期末市场价值/期末总资产
$BETA$	股票系统性风险	企业系统性风险,各公司各年度的日回报率与对应的各分市场日回报率回归,取市场回报率前的回归系数作为该公司该年度的贝塔值
$TurnOver$	股票流动性	企业股票流动性 = 年内日均换手率(%)
$Media$	媒体关注度	企业媒体关注度 = $\ln(1 + \text{当年企业相关新闻报道数})$
$Analayse$	分析师跟踪	企业分析师跟踪,若分析师跟踪数量高于年度中位数取1,否则为0

(三) 变量描述性统计

表 2 列示了本文主要变量的描述性统计结果。其中,被解释变量(*PEG* 和 *MPEG*)的均值为 9.903 和 10.231,说明样本上市公司的权益资本成本平均约为 9.9% 和 10.2%,两者的标准差分别为 5.673 和 5.631,说明样本中不同上市公司之间的权益资本成本存在一定的个体差异。*Treat* 的均值为 0.103,说明样本中大约有 11% 的企业被强制纳入参与碳排放权市场的交易体系。*CTS* 的均值为 0.073,说明在碳排放权交易机制实施后,样本中约 7.3% 的企业受到了控排的约束规制。从各控制变量的分布来看,均与已有文献描述统计结果基本一致。

表 2 主要变量的描述性统计

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	N	Mean	SD	P25	P50	P75
<i>PEG</i>	17 893	9.903	5.673	5.757	8.981	12.915
<i>MPEG</i>	17 893	10.231	5.631	6.111	9.355	13.232
<i>CTS</i>	17 893	0.073	0.260	0	0	0
<i>Treat</i>	17 893	0.103	0.304	0	0	0
<i>Size</i>	17 893	21.815	1.104	21.032	21.757	22.539
<i>Lev</i>	17 893	0.446	0.223	0.275	0.431	0.596
<i>ROE</i>	17 893	-0.003	0.222	0.013	0.040	0.070
<i>FirmAge</i>	17 893	2.880	0.325	2.708	2.944	3.091
<i>Top1</i>	17 893	32.491	14.317	21.414	30.064	42.145
<i>Dual</i>	17 893	0.264	0.441	0	0	1
<i>Board</i>	17 893	2.120	0.196	1.946	2.197	2.197
<i>Indep</i>	17 893	37.524	5.283	33.330	36.360	42.860
<i>MB</i>	17 893	2.272	1.852	1.279	1.691	2.486
<i>BETA</i>	17 893	1.179	0.302	0.994	1.184	1.348
<i>TurnOver</i>	17 893	3.002	2.648	1.264	2.205	3.810
<i>Media</i>	17 893	1.414	1.102	0.693	1.386	2.197
<i>Analayse</i>	17 893	0.443	0.497	0	0	1

三、结果与分析

(一) 碳排放权交易机制与企业权益资本成本: 基准回归

碳排放权交易机制对企业权益资本成本的基准回归结果如表 3 所示。在第(1)列和第(2)列中,模型仅加入了解释变量和年份与省份固定效应,但未加入其他潜在影响因素的控制变量。*CTS* 的估计系数分别为 1.268 和 1.206,且两者都在 1% 水平上显著;在第(3)列和第(4)列中,回归模型中控制了上述所提到的其他潜在的影响因素,

此时 *CTS* 的系数为 2.160 和 2.070,在 1% 水平上显著;在第(5)列和第(6)列中,模型中进一步考虑了公司个体层面非时变因素的影响,在加入公司固定效应后,*CTS* 的估计系数仍然在 1% 水平上显著为正^①。从结果来看,在碳排放权交易机制实施前、后两个期间内,控排企业权益资本成本的提升程度要显著高于其他企业,即支持了本文的研究假设。

表 3 基准回归

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	<i>PEG</i>	<i>MPEG</i>	<i>PEG</i>	<i>MPEG</i>	<i>PEG</i>	<i>MPEG</i>
<i>CTS</i>	1.268 *** (3.90)	1.206 *** (3.82)	2.160 *** (7.62)	2.070 *** (7.59)	1.111 *** (3.58)	1.063 *** (3.52)
<i>Treat</i>	0.428 (1.36)	0.452 (1.47)	-0.017 (-0.07)	-0.043 (-0.19)	-	-
<i>Size</i>	-	-	0.113 (1.41)	0.188 ** (2.36)	-1.391 *** (-11.20)	-1.365 *** (-11.08)
<i>Lev</i>	-	-	4.059 *** (12.50)	3.640 *** (11.17)	5.769 *** (13.35)	5.529 *** (12.87)
<i>ROE</i>	-	-	-9.964 *** (-30.57)	-9.764 *** (-30.61)	-8.097 *** (-26.27)	-8.011 *** (-26.34)
<i>FirmAge</i>	-	-	0.806 *** (4.39)	0.736 *** (4.01)	5.191 *** (5.61)	5.034 *** (5.55)
<i>Top1</i>	-	-	-0.041 *** (-10.46)	-0.038 *** (-9.86)	-0.055 *** (-7.13)	-0.053 *** (-6.88)
<i>Dual</i>	-	-	-0.098 (-0.91)	-0.097 (-0.90)	-0.185 (-1.55)	-0.169 (-1.42)
<i>Board</i>	-	-	-1.306 *** (-3.98)	-1.199 *** (-3.73)	-0.387 (-0.90)	-0.368 (-0.86)
<i>Indep</i>	-	-	-0.001 (-0.07)	-0.000 (-0.04)	0.015 (1.14)	0.014 (1.06)
<i>MB</i>	-	-	-0.222 *** (-6.69)	-0.240 *** (-7.28)	-0.569 *** (-18.01)	-0.578 *** (-18.44)
<i>BETA</i>	-	-	-0.742 *** (-4.75)	-0.794 *** (-5.10)	0.016 (0.11)	-0.001 (-0.01)
<i>TurnOver</i>	-	-	-0.296 *** (-19.23)	-0.315 *** (-20.54)	-0.160 *** (-9.26)	-0.173 *** (-10.20)
<i>Media</i>	-	-	-0.100 ** (-2.00)	-0.119 ** (-2.40)	-0.176 *** (-3.73)	-0.185 *** (-3.94)
<i>Analayse</i>	-	-	-2.079 *** (-22.65)	-2.075 *** (-22.56)	-1.348 *** (-16.07)	-1.353 *** (-16.14)
<i>Year</i>	是	是	是	是	是	是
<i>Province</i>	是	是	是	是	是	是
<i>Firm</i>	否	否	否	否	是	是
Observations	17 893	17 893	17 893	17 893	17 893	17 893
Adj. R ²	0.116	0.123	0.434	0.433	0.625	0.623

注:***、**、* 分别代表 *p* 小于 0.01、0.05、0.10 上有统计学意义,下同。

(二) 稳健型检验

1. 平行趋势检验

本文设计了如下模型对基准回归模型能否满足平行趋势的假定进行检验:

$$COE_{i,t} = \beta_0 + \sum_{i=-3}^{-1} \beta_i Treat_Pre_{it} + \sum_{i=1}^4 \beta_i Treat_Post_{it} + \alpha Controls_{i,t} + FixedEffect + \varepsilon_{i,t} \quad (5)$$

在模型(5)中,解释变量 *Treat_Pre* 和 *Treat_Post* 分别表示企业是否被纳入碳排放权交易市场

① 由于 *Treat* 也是非时变变量,故在模型中控制公司固定效应后,其系数会由于共线而 Omitted。

控排名录和进入时间前后4年虚拟变量的交互项,即 $Treat_Post_1$ 表示碳市场启动的当年,以此类推,当时间大于4时,以 $Treat_Post_4$ 表示。其他变量的定义均以前文保持一致。此外,模型中没有加入-4期,即本文以企业进入控排名录的前四年作为基准期。模型(5)的回归结果如表4所示。从第(1)列和第(2)列可以发现, $Treat_Pre$ 的各期系数都不显著,但 CTS 的系数仍在5%水平上显著,与前文结论一致;表4的第(3)列和第(4)列进一步对变量 CTS 进行了年度拆解, $Treat_Pre$ 的各期系数仍不显著,而 $Treat_Post$ 的各期系数至少在10%水平上显著,说明本文的双重差分方法满足平行趋势的前提假设。

表4 平行趋势检验

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	PEG	PEG	MPEG	MPEG
$Treat_Pre_{-3}$	-0.115 (-0.30)	-0.124 (-0.32)	-0.111 (-0.29)	-0.115 (-0.30)
$Treat_Ppre_{-2}$	-0.053 (-0.11)	-0.059 (-0.12)	-0.045 (-0.09)	-0.046 (-0.09)
$Treat_Pre_{-1}$	-0.134 (-0.26)	-0.141 (-0.27)	-0.094 (-0.18)	-0.094 (-0.18)
CTS	1.031 ** (2.19)	-	0.997 ** (2.11)	-
$Treat_Post_1$	-	0.950 * (1.90)	-	0.848 * (1.69)
$Treat_Post_2$	-	1.123 ** (2.24)	-	1.055 ** (2.11)
$Treat_Post_3$	-	1.189 ** (2.07)	-	1.176 ** (2.04)
$Treat_Post_4$	-	0.957 * (1.91)	-	0.970 * (1.94)
Controls	是	是	是	是
Year	是	是	是	是
Province	是	是	是	是
Firm	是	是	是	是
Observations	17 893	17 893	17 893	17 893
Adj. R^2	0.625	0.625	0.623	0.623

2. 其他稳健性检验

本文对基准回归结果进行了多种稳健性测试,包括:①参考 De Chaisemartin 等^[24]提出的多期多个体倍分模型,对基准回归中可能存在的异质性处理效应进行处理;②利用安慰剂反事实的方法,通过随机抽样构建一个虚假的处理组,然后设计双重差分模型,检验基准回归结果的稳健性;③采用倾向得分匹配和熵平衡匹配方法,构建与碳市场控排企

业具有相似特征的对照组样本;④参考 Petersen^[25]的研究,对标准误在个体和时间上进行双重聚类以缓解自相关和异方差问题对统计推断的影响;⑤采用 OJM 和 CAPM 的模型重新估算企业权益资本成本,检验回归结果对变量衡量方式对敏感性。在通过多种方法检验研究主要结论,结果依然存在,说明本文的研究结论存在较高的稳健性。

(三)作用机制与效应边界

为了验证碳市场实施是否真的引发了投资者碳风险关注,并厘清碳市场政策实施作用于投资者对碳风险溢价的具体边界,本文对碳排放权交易机制对控排企业权益资本成本的作用机制与溢出效应展开分析。本文参考 Friedman 等^[26]的研究,通过整理中国上海和深圳证券交易所投资者互动平台中,投资者有关企业碳排放相关问题的提问数量与企业对投资者做出的碳排放相关回应的数量,构建两个投资者碳风险关注的代理变量 $LnAttention$ 和 $RtAttention$:前者定义为该年碳相关问题与回应的数量加1取对数;后者定义为该年碳相关问题与回应的数量除以整体数量。结果如表5的 Panel A 前两列所示, CTS 的系数都显著为正,说明在碳市场实施之后,投资者对于控排企业碳风险关注明显提高。根据注意力有限理论,碳市场实施引起了投资者关注控排企业碳风险,有可能就降低了投资者对于控排企业财务绩效的关注。本文参考张俊生等^[27]的研究,采用盈余反应系数模型来反应投资者的盈余反应,具体模型如下:

$$Car_{it} = \beta_0 + \beta_1 UE_{it} + \beta_2 CTS_UE_{it} + \varepsilon_{it} \quad (6)$$

式(6)中, Car 表示上市公司盈余公告窗口期(-1,1)和(-2,2)的累积超额回报; UE 表示未预期盈余,采用公司 t 年的 EPS 和 $t-1$ 的 EPS 之差衡量。结果如表5的 Panel A 第(3)列和第(4)列所示,交乘项 CTS_UE 的系数显著为负,说明碳市场实施后降低了投资者对控排企业的盈余反应。总的来说,表5的 Panel A 结果显示,碳市场在实施之后提高了投资碳风险溢价的关注程度,进而影响了控排企业的权益资本成本。

本文接着考察碳市场对控排企业权益资本成本的影响是否会存在作用边界。本文参考胡珺等^[23]设置了两个新的变量 *Re_Spillover* 和 *In_Spillover*:前者定义为位于试点地区的对照组企业,在试点地区启动碳市场交易后的年份对 *Re_Spillover* 赋值为 1,之前年份和其他企业都赋值为 0;后者定义为对于那些处于控排企业相同行业但未要求控排的企业,在启动碳市场政策后的年份对 *In_Spillover* 赋值为 1,之前年份和其他企业都赋值为 0。回归结果如表 5 的 Panel B 所示。无论是加入 *Re_Spillover* 还是 *In_Spillover* 的回归模型,其系数并不存在正向显著的结果,这说明碳市场机制对控排企业权益资本成本的提高效应存在明显的作用边界。

表 5 作用机制与边界

Panel A: 机制路径的检验结果				
变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>LnAttention</i>	<i>RtAttention</i>	<i>Car1</i>	<i>Car2</i>
<i>CTS</i>	0.180 ** (2.34)	0.032 * (1.82)	-0.005 *** (-3.21)	-0.005 ** (-2.23)
<i>UE</i>	-	-	0.001 (1.29)	0.002 (1.50)
<i>CTS_UE</i>	-	-	-0.004 * (-1.84)	-0.004 * (-1.67)
<i>Controls</i>	是	是	是	是
<i>Year</i>	是	是	是	是
<i>Province</i>	是	是	是	是
<i>Firm</i>	是	是	是	是
<i>Observations</i>	17 893	17 893	25285	25164
<i>Adj. R²</i>	0.453	0.420	0.038	0.034
Panel B: 溢出效应的检验结果				
变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>PEG</i>	<i>MPEG</i>	<i>PEG</i>	<i>MPEG</i>
<i>CTS</i>	1.039 *** (3.27)	0.971 *** (3.13)	1.101 *** (3.51)	1.034 *** (3.38)
<i>Re_Spillover</i>	-0.197 (-1.12)	-0.250 (-1.43)	-	-
<i>In_Spillover</i>	-	-	-0.047 (-0.24)	-0.130 (-0.66)
<i>Controls</i>	是	是	是	是
<i>Year</i>	是	是	是	是
<i>Province</i>	是	是	是	是
<i>Firm</i>	是	是	是	是
<i>Observations</i>	17 893	17 893	17 893	17 893
<i>Adj. R²</i>	0.625	0.624	0.625	0.623

四、进一步分析

(一) 碳市场机制设计与企业权益资本成本提高效应

碳市场对初始碳排放配额的机制设计差异可

能影响控排企业所面临的碳风险,相对于初始配额的免费获得,通过有偿的方式获取碳排放配额会对控排企业产生更大的碳排放成本,通过投资者碳风险溢价传导的权益资本成本提高的效用也会更强。因此,本文认为,相较于碳市场下初始碳排放配额无偿获取方式,当控排企业需要为初始配额支付一定的费用时,碳排放权交易机制对企业权益资本成本的提升作用会更为明显。参考胡珺等^[23]的研究,将上海、重庆、湖北和福建碳市场的控排企业定义为配额免费组,剩下四个碳市场的控排企业定义为配额付费组,其他所有非控排企业则为比照对象,表 6 的 Panel A 报告了相应的分组回归结果,*CTS* 的系数都在配额付费组中显著为正,并且对两组回归系数的差异检验显示,当控排企业需要为初始配额支付对价时,*CTS* 的系数要显著更大,符合本文的预期。

表 6 碳市场特征分组

Panel A: 初始配额分配方式的分组结果				
变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>PEG</i> 初始 配额付费	<i>PEG</i> 初始 配额免费	<i>MPEG</i> 初始 配额付费	<i>MPEG</i> 初始 配额免费
<i>CTS</i>	1.380 *** (3.66)	0.627 (1.20)	1.309 *** (3.60)	0.621 (1.21)
<i>Different Test</i>	(1) VS (2)		(3) VS (4)	
(<i>p-value</i>)	0.082 *		0.088 *	
<i>Controls</i>	是	是	是	是
<i>Year</i>	是	是	是	是
<i>Province</i>	是	是	是	是
<i>Firm</i>	是	是	是	是
<i>Observations</i>	17 490	16 988	17 490	16 988
<i>Adj. R²</i>	0.627	0.635	0.625	0.633
Panel B: 非履约主体参与程度的分组结果				
变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	<i>PEG</i> 参与程度高	<i>PEG</i> 参与程度低	<i>MPEG</i> 参与程度高	<i>MPEG</i> 参与程度低
<i>CTS</i>	1.384 *** (3.87)	0.536 (0.92)	1.312 *** (3.81)	0.547 (0.95)
<i>Different Test</i>	(1) VS (2)		(3) VS (4)	
(<i>p-value</i>)	0.062 *		0.058 *	
<i>Controls</i>	是	是	是	是
<i>Year</i>	是	是	是	是
<i>Province</i>	是	是	是	是
<i>Firm</i>	是	是	是	是
<i>Observations</i>	17 587	16 897	17 587	16 897
<i>Adj. R²</i>	0.626	0.636	0.625	0.634

非履约投资者作为碳市场与资本市场相互联结的重要桥梁,当碳市场非履约主体交易更为活

跃时,伴随着市场流动性增加,有关碳风险的信息更容易传导到资本市场中,提高投资者对控排企业的碳风险关注程度。因此,本文预期,当碳市场非履约主体的参与程度越高时,碳排放权交易机制对企业权益资本成本的作用会更为明显。参考胡珺等^[23]的研究,湖北、广东、深圳和北京的非履约主体交易更为活跃。本文将这4个碳市场归类为非履约主体参与程度更高组,其他4个碳市场则归入相对更低组。表6的Panel B报告了相应的回归结果,CTS的系数在非履约主体交易更为活跃的组中都显著为正,同时对两组系数差异检验显示,当碳市场非履约主体交易更为活跃时,CTS的系数要显著更大。这两列的结果说明,当碳市场非履约主体的参与程度相对更高时,碳市场对资本市场的影响会更为显著。

(二) 外部环境与企业权益资本成本提高效应

碳排放权交易机制对企业形成的碳风险传导效应不仅会直接受到市场机制设计的影响,企业所处地区 and 行业等外部环境也可能间接影响投资者的碳风险溢价。从企业所处地区污染程度来看,如果当地空气污染较为严重,投资者对于企业碳风险的关注程度也就会越高,提高了企业碳风险溢价弹性。因此,本文预期,当企业所处地区的空气污染程度相对更高时,碳排放权交易机制对企业权益资本成本的提升作用应会更为明显。参考Liu等^[28]的研究,以城市空气质量指数AQI来衡量地区空气质量,然后以AQI的年度中位数为基准进行分组检验。表7的Panel A列示了相应的回归结果,在空气质量差的组中,CTS的系数都在5%水平上显著为正,并且通过组间系数差异检验可以看出,当企业所处地区空气质量较差时,CTS的系数更为显著。

从企业所处行业产品市场竞争程度来讲,企业成本转嫁能力会直接影响到其受到碳市场规制的程度,进而影响其受到的碳风险。在成本转嫁能力强的行业中,企业所受到的碳市场规制产生的碳风险也就相对较小。本文预期,当产品市场的竞争程度相对较高时,碳排放权交易机制对企业权益资本成本的提升效应会更为显著。本文使

用基于企业销售收入计算各个年度每个行业的赫芬达尔指数(HHI)作为产品市场竞争程度的代理变量,然后以HHI的年度—行业中位数为基准进行分组检验分析。表7的Panel B报告了相应的分组回归结果,在产品市场竞争程度较高组中,CTS的系数都在1%水平上显著为正,而在产品市场竞争低组中,CTS的系数不显著,并且也通过了组间系数差异检验。总的来说,表7的结果与预期一致,说明企业所处的地区和行业环境会影响碳市场的碳风险传递效应。

表7 地区和行业分组

Panel A:地区空气质量的分组结果				
变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	PEG	PEG	MPEG	MPEG
	空气质量差	空气质量好	空气质量差	空气质量好
CTS	1.627 ** (2.27)	0.682 * (1.67)	1.432 ** (2.04)	0.638 (1.60)
Different Test	(1) VS (2)		(3) VS (4)	
(p-value)	0.000 ***		0.001 ***	
Controls	是	是	是	是
Year	是	是	是	是
Province	是	是	是	是
Firm	是	是	是	是
Observations	7 563	10 330	7 563	10 330
Adj. R ²	0.664	0.618	0.666	0.614
Panel B:行业竞争程度的分组结果				
变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	PEG	PEG	MPEG	MPEG
	产品市场 竞争低	产品市场 竞争高	产品市场 竞争低	产品市场 竞争高
CTS	0.297 (0.77)	1.771 *** (3.72)	0.281 (0.74)	1.715 *** (3.68)
Different Test	(1) VS (2)		(3) VS (4)	
(p-value)	0.000 ***		0.001 ***	
Controls	是	是	是	是
Year	是	是	是	是
Province	是	是	是	是
Firm	是	是	是	是
Observations	8 488	9 405	8 488	9 405
Adj. R ²	0.643	0.632	0.642	0.630

(三) 非财务绩效与企业权益资本成本提高效应

根据前文假设部分的阐述,碳排放交易机制能够引发投资者碳风险关注,从而对控排企业权益资本成本产生影响。那么,企业是否能从投资者关注的角度,寻求缓解碳排放权交易机制带来的融资成本升高的解决办法呢? 本文认为,在碳排放权交易机制的影响下,控排企业可以通过提高非财务绩效的方式转移投资者对碳风险关注的

程度,进而缓解碳市场给控排企业带来的权益资本成本提升效应。

本文参考已有文献^[29-30]的研究,以研发投入和 ESG 表现两个维度刻画企业非财务绩效,并以年度中位数进行分组回归。结果如表 8 所示,在研发投入较低的样本企业组中,CTS 的系数在 1% 水平上显著为正,而研发投入较高组 CTS 系数并不显著。在 ESG 评分相对较低的组中,CTS 的系数显著为正,而 ESG 评分较高的组中 CTS 的系数并不显著。整体来说,表 8 的分组回归结果与我们的预期一致,说明企业非财务绩效会影响投资者碳风险关注。

表 8 非财务绩效分组

Panel A:研发投入程度的分组结果				
变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	PEG	PEG	MPEG	MPEG
	研发投入高	研发投入低	研发投入高	研发投入低
CTS	0.728 (1.40)	1.695 *** (4.19)	0.763 (1.52)	1.565 *** (4.03)
Different Test	(1) VS (2)		(3) VS (4)	
(p-value)	0.012 ***		0.014 ***	
Controls	是	是	是	是
Year	是	是	是	是
Province	是	是	是	是
Firm	是	是	是	是
Observations	8 311	9 582	8 311	9 582
Adj. R ²	0.668	0.603	0.669	0.600
Panel B:ESG 评分的分组结果				
变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	PEG	PEG	MPEG	MPEG
	ESG 评分高	ESG 评分低	ESG 评分高	ESG 评分低
CTS	0.729 (1.50)	1.284 *** (2.73)	0.589 (1.24)	1.303 *** (2.89)
Different Test	(1) VS (2)		(3) VS (4)	
(p-value)	0.021 ***		0.025 ***	
Controls	是	是	是	是
Year	是	是	是	是
Province	是	是	是	是
Firm	是	是	是	是
Observations	6 415	11 478	6 415	11 478
Adj. R ²	0.643	0.631	0.644	0.628

五、结论与启示

(一) 结论

第一,碳排放权交易机制显著提升了控排企业的权益资本成本,主要影响机制是投资者碳风险关注,且该效应存在明显作用边界。

第二,碳市场引起了投资者碳风险关注,降低了投资者对企业盈余的反应程度,投资者对控排

企业的碳风险溢价是该市场机制影响资本市场的重要传导机制。

第三,当碳市场的初始配额实施部分有偿、非履约主体交易更为活跃,以及产品市场竞争程度更高、企业所在城市空气污染更为严重时,碳排放权交易机制对企业权益资本成本的提升作用更为明显。

第四,当企业非财务绩效表现更好时,投资者关注转移弱化了碳市场对企业权益资本成本的提升效应。

(二) 政策建议

第一,趋紧碳市场控排企业的纳入标准。碳市场相关管理部门可以适当降低碳市场控排企业的纳入标准,增加市场控排企业数量,引导投资者关注到更多企业的碳风险,从而深化该市场导向型环境规制在推动资本市场高质量发展中的重要作用。

第二,持续优化碳市场的机制设计。中国目前各碳市场在初始配额分配方式、非履约主体参与条件等机制设计方面,都存在较大的差异。根据本文的研究结论,对控排企业初始碳配额采用有偿分配和非履约主体参与活跃时,碳市场对投资者能够形成更好的价值引导,提升控排企业权益资本成本。因此,在后续建立全国性碳市场机制优化过程中,可以重点关注这两个维度,深化碳市场的积极影响。

第三,碳市场引导效果不能忽视外部环境的影响。本文研究发现,当企业所处地区空气质量更好、企业所处产品市场竞争程度低时,碳市场对投资者碳风险价值引导的积极作用会相对降低。因此,政府部门在深化这一市场导向型环境规制过程中,应当提升民众环保意识,并限制垄断行业对成本转嫁能力的运用,以充分发挥碳市场引导投资者价值转变以及推动企业低碳转型中的积极作用。

参考文献:

[1] 吴茵茵,齐杰,鲜琴,等. 中国碳市场的碳减排效应研究:基于市场机制与行政干预的协同作用视角[J]. 中国工业经济,2021(8):114-132.
[2] ZHANG W, ZHANG N, YU Y. Carbon mitigation effects and potential cost savings from carbon emissions trading in China's regional industry[J]. Technological forecasting and social change, 2019, 141: 1-11.

- [3] 范丹,付嘉为,王维国. 碳排放权交易如何影响企业全要素生产率? [J]. 系统工程理论与实践, 2022, 42(3): 591-603.
- [4] 刘晔,张训常. 碳排放交易制度与企业研发创新:基于三重差分模型的实证研究[J]. 经济科学, 2017(3): 102-114.
- [5] ANGER A, KÖHLER J. Including aviation emissions in the EU ETS: much ado about nothing? a review[J]. Transport policy, 2010, 17(1): 38-46.
- [6] IBIKUNLE G, GREGORIOU A, HOEPNER A G F, et al. Liquidity and market efficiency in the world's largest carbon market[J]. The British accounting review, 2016, 48(4): 431-447.
- [7] 吴力波,钱浩祺,汤维祺. 基于动态边际减排成本模拟的碳排放权交易与碳税选择机制[J]. 经济研究, 2014, 49(9): 48-61, 148.
- [8] LIU L, CHEN C, ZHAO Y, et al. China's carbon-emissions trading: overview, challenges and future[J]. Renewable and sustainable energy reviews, 2015(49): 254-266.
- [9] ZHAO X, JIANG G, NIE D, et al. How to improve the market efficiency of carbon trading: a perspective of China[J]. Renewable and sustainable energy reviews, 2016(59): 1229-1245.
- [10] 沈洪涛,黄楠,刘浪. 碳排放权交易的微观效果及机制研究[J]. 厦门大学学报(哲学社会科学版), 2017(1): 13-22.
- [11] VEITH S, WERNER J R, ZIMMERMANN J. Capital market response to emission rights returns: evidence from the European power sector[J]. Energy economics, 2009, 31(4): 605-613.
- [12] YE D, LIU S, KONG D. Do efforts on energy saving enhance firm values? evidence from China's stock market[J]. Energy economics, 2013(40): 360-369.
- [13] TAN X, SIRICHAND K, VIVIAN A, et al. How connected is the carbon market to energy and financial markets? a systematic analysis of spillovers and dynamics[J]. Energy economics, 2020(90): 104870.
- [14] 陶春华. 我国碳排放权交易市场与股票市场联动性研究[J]. 北京交通大学学报(社会科学版), 2015, 14(4): 40-51.
- [15] 刘志峰,张子沄,戴鹏飞,等. 碳市场与股票市场间的崩盘风险溢出效应研究:新冠疫情、投资者情绪与经济政策不确定性[J]. 系统工程理论与实践, 2023, 43(3): 740-754.
- [16] EASTON P D. PE ratios, PEG ratios, and estimating the implied expected rate of return on equity capital[J]. The accounting review, 2004, 79(1): 73-95.
- [17] LEVY T, YAGIL J. Air pollution and stock returns in the US[J]. Journal of economic psychology, 2011, 32(3): 374-383.
- [18] 杨涛,郭萌萌. 投资者关注度与股票市场:以 PM2.5 概念股为例[J]. 金融研究, 2019(5): 190-206.
- [19] 王浩,刘敬哲,张丽宏. 碳排放与资产定价:来自中国上市公司的证据[J]. 经济学报, 2022, 9(2): 28-75.
- [20] 毛新述,叶康涛,张岷. 上市公司权益资本成本的测度与评价:基于我国证券市场的经验检验[J]. 会计研究, 2012(11): 12-22, 94.
- [21] 蔡贵龙,张亚楠,徐悦,等. 投资者—上市公司互动与资本市场资源配置效率:基于权益资本成本的经验证据[J]. 管理世界, 2022, 38(8): 199-217.
- [22] 胡珺,黄楠,沈洪涛. 市场激励型环境规制可以推动企业技术创新吗:基于中国碳排放权交易机制的自然实验[J]. 金融研究, 2020(1): 171-189.
- [23] 胡珺,方祺,龙文滨. 碳排放规制、企业减排激励与全要素生产率:基于中国碳排放权交易机制的自然实验[J]. 经济研究, 2023, 58(4): 77-94.
- [24] DE CHAISEMARTIN C, D'HAULTFOEUILLE X. Two-way fixed effects estimators with heterogeneous treatment effects[J]. American economic review, 2020, 110(9): 2964-2996.
- [25] PETERSEN M A. Estimating standard errors in finance panel data sets: comparing approaches[J]. The review of financial studies, 2008, 22(1): 435-480.
- [26] FRIEDMAN H L, ZENG Z. Retail investor trading and market reactions to earnings announcements[J]. Available at SSRN 3817979, 2022.
- [27] 张俊生,曾亚敏. 利益关联、评级资格管制与基金评级公正性[J]. 管理科学学报, 2017, 20(9): 102-113.
- [28] LIU F, KANG Y, GUO K, et al. The relationship between air pollution, investor attention and stock prices: Evidence from new energy and polluting sectors[J]. Energy policy, 2021(156): 112430.
- [29] 吴超鹏,唐菡. 知识产权保护执法力度、技术创新与企业绩效:来自中国上市公司的证据[J]. 经济研究, 2016, 51(11): 125-139.
- [30] DENG X, LI W, REN X. More sustainable, more productive: evidence from ESG ratings and total factor productivity among listed Chinese firms[J]. Finance research letters, 2023(51): 103439.

(本文责编:默 黎)