

气候风险对地方政府融资成本的影响

郭琨 边源 张大永 姬强*

摘要:随着全球变暖,公众对气候变化的关注日趋加强,气候风险已经成为资产定价过程中无法忽略的重要因素。频发的气候灾害与环境政策不确定性使得地方政府债务融资条件雪上加霜。本文以城投债发行成本为视角,研究了气候风险对地方政府融资成本的影响。研究发现,气候风险显著增加了城投债的发行成本,导致地方政府融资成本上升,并且这种影响是气候物理风险和气候转型风险共同作用的结果。进一步分析发现,主动进行环境信息公开与获得较高外部评级能够削弱气候风险对地方政府融资的负面作用,这是由于降低了环境信息不对称与增强了市场对环境信息的验证作用。本文认为,城投债作为城市建设的重要资金来源,其资金用途通常具有高污染、高耗能的特点,气候风险对其发行成本的上升作用将进一步恶化地方政府债务负担,地方政府应当更加积极主动地公开环境信息以降低气候风险带来的影响。

关键词:气候风险;地方政府融资成本;环境信息公开;城投债

一、引言

自工业革命以来,人类对于自然资源的攫取大大加速了财富积累与文明演进,但随之而来还有化石燃料燃烧带来的巨量二氧化碳排放,以此为代表的温室气体引致的气候变化已成为全球性挑战,任何一个国家和组织都无法置身事外。根据国际能源署(IEA)发布的《2022年二氧化碳排放报告》,我国2022年二氧化碳排放量达114.77亿吨,在面对新冠肺炎疫情等外部冲击所带来的经济下行压力之下仍与上年持平,居高不下。同时气候变化所带来的极端天气事件已经对人民生命安全、财产安全与正常生产生活造成严重威胁。中国气象局国家气

*郭琨,中国科学院大学经济与管理学院,邮政编码:100190,电子信箱:guokun@ucas.ac.cn;边源,中国科学院大学经济与管理学院,邮政编码:100190,电子信箱:bianyuanBill@163.com;张大永,西南财经大学经济与管理研究院,邮政编码:611130,电子信箱:dzhang@swufe.edu.cn;姬强(通讯作者),中国科学院科技战略咨询研究院,中国科学院大学公共政策与管理学院,邮政编码:100190,电子信箱:jqwxnjq@163.com。

本文系国家自然科学基金专项项目“中国及全球能源转型风险、金融风险、资源风险和气候损失等建模和预测研究”(72348003)和国家自然科学基金面上项目“能源市场金融化及其对我国能源风险管理的影响机制研究”(71974159)的阶段性成果。感谢匿名审稿人提出的宝贵意见。文责自负。

候中心发布的《中国气候公报》指出,2022年度全国平均气温较常年偏高0.62℃,春夏秋三季气温均为历史同期最高,全国平均降水量较常年偏少5%,总体气候状况偏差,旱涝灾害突出。应对气候变化带来的多重风险,积极进行环境治理已成为关系国计民生的重要话题,其意义不仅在于气候治理本身,更在于中国经济发展方式的根本转变与实现高质量发展。

学术界通常根据风险的来源和后果将气候变化带来的风险分为物理风险与转型风险(European Central Bank, 2021; 陈国进等, 2021)。物理风险是指由于气候变化对经济活动造成直接损失的风险,例如极端天气事件(如洪涝、干旱、飓风等)对企业的厂房、设备等固定资产造成直接损害;转型风险则是指低碳经济政策、技术革新、投资者低碳偏好导致投资者对经济主体资产价值预期发生改变的风险,例如碳税的征收给高碳企业带来的额外成本和转型压力(陈国进等, 2021)。

城投债作为地方政府融资的重要手段,其发行和扩张同样受制于气候变化。一方面,城投债的发行很大程度上依赖于土地抵押和担保(钟辉勇等, 2016; 杨继东等, 2018),气候变化导致了海平面上升与洪涝等气候灾害频发,直接对此类担保品构成威胁;同时地方政府的生地注入已成为融资平台的重要资产(张路, 2020),气候变化带来的灾害事件亦可能破坏融资平台固定资产(European Central Bank, 2021),增加其发行城投债的成本与难度。另一方面,传统的城投债亦面临着较高的低碳转型风险。十八大以来,党和政府已将推动绿色金融体系建设发展作为应对气候风险的重要方针政策^①。随着气候变化愈来愈受到中央政府和投资者的关注和重视,各级政府高度重视投融资的低碳转型工作(李青原、肖泽华, 2020),大量气候相关的金融监管政策相继出台,提高了企业面临的环境政策不确定性(姬强等, 2022; 刘振华等, 2023),而传统城投债募资的主要目的是为高耗能、高碳排放的城市建设项目融资(郑思齐等, 2014; 张路, 2020; 刘晓蕾等, 2021),其有悖于当前低碳转型的政策导向,因此近年来气候转型风险带来的监管压力为城投债的发行和募资造成了巨大阻力。因此,研究气候风险对城投债融资成本的影响对于地方实现低碳建设具有重要的现实意义。

基于上述研究背景,本文以城投债为视角,实证研究了气候风险对于地方政府融资成本的影响,并将气候风险分为物理风险和转型风险,挖掘其影响城投债发行成本的异质性路径。与已有文献相比,本文的主要研究创新有以下三个方面:

第一,区分了气候风险中的物理风险与转型风险,并将二者置于同一框架范式进行衡量。多数文献在研究气候风险的过程中并未区分气候风险的不同种类来源和后果,而是较为直接地将气候变化的表征(Balvers et al., 2017; Hong et al., 2019; Fernandez-Perez et al., 2020;

^①早在2015年,国务院就曾印发《生态文明体制改革总体方案》,首次提出构建绿色金融体系,2016年绿色金融发展首次被写入“十三五”规划。

Painter, 2020; Javadi & Masum, 2021; Acharya et al., 2022; 潘敏等, 2022; 丁宇刚、孙祁祥, 2022) 或碳排放相关指标 (Carattini et al., 2021; Huang et al., 2021; Dietz & Stern, 2022; Li & Pan, 2022; 严成樑等, 2016) 作为气候风险的代理指标。与已有文献仅采用温度等气象指标或仅对单一政策展开分析的范式不同, 本文采用了不同的方式分别衡量物理风险与转型风险, 并将其置于同一回归模型中进行讨论, 突出了气候风险的连续时间变化, 更全面地评估了气候物理风险与转型风险对地方政府融资带来的影响。

第二, 拓展了影响地方政府融资成本的相关因素。已有文献大多基于隐性担保的影响因素, 例如政府治理能力、地区财政情况、债务治理政策等, 这类因素大多内生于地方经济发展, 而本文则基于地区自然气候条件这一相对外生的角度研究了气候风险是否会影响地方政府融资成本, 为有关地方政府融资成本影响因素提供了新的研究视角。

第三, 在研究对象上丰富了气候风险与融资成本的相关研究。国外已有许多研究关注到气候风险与融资成本二者之间的关系 (Balvers et al., 2017; Hong et al., 2019; Painter, 2020; Javadi & Masum, 2021; Goldsmith-Pinkham et al., 2022; Acharya et al., 2022), 而国内对于气候风险的研究仍停留在宏观经济和涉农信贷层面 (郑艳等, 2016; 刘波等, 2021; 丁宇刚、孙祁祥, 2022; 金刚、沈坤荣, 2022)。本文以城投债为视角, 研究了气候风险对地方政府融资的影响, 在研究对象上对已有文献进行了丰富, 同时, 本文还将环境信息披露的主体拓展到了地方政府, 发现通过环境信息公开能够有效缓解气候风险对地方政府融资的不利影响。

本文的主要结构如下: 第二部分主要是相关文献综述, 第三部分是气候风险对地方政府融资成本影响的理论分析, 第四部分是研究设计, 第五部分是实证结果与分析, 第六部分是对环境信息公开和市场评级验证的进一步讨论, 最后是结论。

二、文献综述

与本文相关的已有文献主要分为以下三类: 第一类是有关气候物理风险与气候转型风险衡量方法的相关研究; 第二类是有关地方政府融资成本影响因素的相关研究; 第三类是有关气候风险与企业融资成本的相关研究。

已有文献对于气候风险的研究主要是基于温度、降水等气象指标或基于某一单一政策或事件。对于物理风险, 已有文献主要从极端气温 (Balvers et al., 2017; Choi et al., 2020; Acharya et al., 2022; 刘波等, 2021; 潘敏等, 2022; 丁宇刚、孙祁祥, 2022)、极端降水 (潘敏等, 2022)、海平面上升 (Painter, 2020; Giglio et al., 2021; Goldsmith-Pinkham et al., 2022)、气候灾害事件 (Hong et al., 2019; Fernandez-Perez et al., 2020; Javadi & Masum, 2021; 郑艳等, 2016) 等角度进行衡量, 纵观这些物理风险的表征, 尽管各不相同, 但实际上均是全球气候变暖所带来的一系列直接或间接效应。然而对于转型风险, 目前学界仍没有公认的指标来衡量: 一部分研究认

为,转型风险主要由气候政策变化、技术革新、市场情绪变化、消费者低碳偏好等导致的资产搁浅而引发(陈国进等,2021),这种宏观压力本质上来自于各部门原本高能耗、高污染的粗放型生产方式,因此使用碳排放、环境治理相关指标能够有效度量企业面临的低碳转型压力(Carattini et al., 2021; Huang et al., 2021; Dietz & Stern, 2022; Li & Pan, 2022; 严成樑等, 2016);另一部分研究则认为这些指标在很大程度上内生于地区经济发展水平(陈诗一、陈登科, 2018; 邓慧慧、杨露鑫, 2019),因此更倾向于采用事件分析法对气候转型政策进行研究(Hering & Poncet, 2014; Painter, 2020; 王馨、王莹, 2021; 刘金科、肖翊阳, 2022)。与已有文献不同,本文将物理风险与转型风险作为不同的定价因子,同时纳入到同一范式中,研究其对于地方政府融资的影响,突出了气候风险的连续时间变化,更全面地评估气候物理风险与转型风险对地方政府融资的影响,并采用工具变量法以减弱内生性问题所带来的估计偏误,在研究方法和研究内容上在已有文献的基础上进行了改进。

已有文献对于地方政府融资成本因素的研究主要基于地方政府的内生发展指标。例如地方政府官员更替(罗党论、余国满, 2015)、预算约束(王永钦等, 2016)、土地财政(张莉等, 2018)、隐形债务治理相关政策如债务置换等(沈红波等, 2018; 徐军伟等, 2020; 刘晓蕾等, 2021)均会对地方政府融资造成影响,其主要机制基本都是通过影响地方政府隐性担保(罗荣华、刘劲劲, 2016; 祝小全等, 2022)进而影响融资平台的偿债能力。不同于已有文献,本文从相对外生的气候风险视角,研究了其对于地方政府融资成本的影响,为已有文献提供了新的研究视角。

近年来,越来越多学者开始关注气候风险与融资成本的关系。已有研究大多发现气候风险作为影响资本市场稳定的重要因素,逐步被纳入到各类金融产品的定价中,其带来的风险溢价不仅表现在提升银行信贷成本(Javadi & Masum, 2021),亦提升了债权融资成本包括市政债券等(Painter, 2020; Goldsmith-Pinkham et al., 2022; Acharya et al., 2022)和股权融资成本(Balvers et al., 2017; Hong et al., 2019; Acharya et al., 2022)。为了缓解气候风险对融资带来的不利影响,企业会主动或被动地进行环境信息披露(He & Loftus, 2014),这些非财务信息披露具有信息增量效应(Clarkson et al., 2004),降低了投资者与企业之间的环境信息不对称(Dhaliwal et al., 2011),改善了企业社会形象与其在利益相关者心中的声誉(Denis & Michel, 2015),乃至能够提高企业信用评级(常莹莹、曾泉, 2019; 胡天杨等, 2022)。通常来说,更充分的环境信息披露能够为企业带来规模更大、成本更低、期限更长的外部融资(Sharfman & Fernando, 2008; 吴红军等, 2017)。相较之下,目前国内研究对于气候风险影响的相关研究主要停留在实体经济(金刚、沈坤荣, 2022)、涉农信贷(刘波等, 2021; 丁宇刚、孙祁祥, 2022)和宏观经济层面(郑艳等, 2016),尚未发现有关气候风险在债券市场中是否被定价的研究。本文通过研究气候风险对地方政府发行城投债成本的影响,为将气候风险作

为中国债券市场重要定价因子提供了一定的经验证据。此外,已有文献主要关注企业层面的环境信息披露,本文从地方政府的角度解释了环境信息公开对于城投债发行成本的影响,并验证了通过消除环境信息不对称能够有效缓解气候风险给地方政府融资带来的不利影响。

三、理论分析与研究假说

气候风险对于地方政府融资的影响可以分为两个方面:一方面,气候变化导致了海平面上升与洪涝等气候灾害频发,而城投债作为地方政府融资的重要手段,其在发行过程中很大程度上依赖于土地抵押和担保(钟辉勇等,2016;杨继东等,2018),同时地方政府的生地注入已成为融资平台的重要资产(张路,2020)。气候变化带来的物理风险可能会直接对融资平台的这些担保品与资产造成破坏(European Central Bank, 2021),增加其发行城投债的成本。此外,由于城市无法像普通企业一样通过搬迁等手段规避气候灾害带来的风险敞口(Painter, 2020),因此相较于普通企业,气候物理风险对地方政府融资平台的影响会更加明显。

另一方面,随着气候变化愈来愈受到政府和投资者的关注和重视,推动绿色低碳转型成为各部门和各级政府的重要工作内容(李青原、肖泽华,2020)。近年来,大量气候相关监管政策如环境规制工具相继出台,提高了企业面临的政策不确定性(姬强等,2022;刘振华等,2023),导致资产价值重估(陈国进等,2021)。地方政府作为融资平台背后的“实际控制人”(毛捷、曹婧,2021),在早期其发行城投债募资的主要目的就是为高耗能、高碳排放的城市建设项目融资^①(郑思齐等,2014;张路,2020;刘晓蕾等,2021)。因此城投债的主要融资对象为高污染、高耗能企业,这类企业受到气候相关政策带来的监管压力更加明显,增加了地方政府为城投债融得资金的难度。此外,随着绿色金融体系的构建与绿色债券的发展,债券市场对于环境信息披露与责任的要求逐步提升(祁怀锦、刘斯琴,2021;毛捷等,2022;陈骁、张明,2022),气候友好的绿色债券更容易获得资金的青睐(Krüger, 2015),间接增加了非绿债券如传统城投债的融资难度与融资成本。

因此,气候物理风险与转型风险会直接或间接地导致地方政府资产与担保品价值受损,使其实际控制的融资平台公司面临更高的气候政策不确定性,最终恶化了地方政府的融资条件。城投债作为地方政府市场化融资的重要手段,存在较大的气候物理风险与转型风险敞口,投资者会对其要求更高的风险补偿,进而导致其发行成本显著上升。

^①尽管近年来我国为了实现双碳目标,城投债资金流向的重心由高碳项目逐渐向节能环保、清洁生产、清洁能源、生态环境、基础设施绿色升级等领域转移。但是就目前来看,传统城投债仍占据城投债发行总量的绝大部分,因此本文主要以传统城投债为研究对象。

根据上文分析,本文提出如下假说:

假说1:气候物理风险会增加城投债的发行成本。

假说2:气候转型风险会增加城投债的发行成本。

为了缓解气候风险对城投债发行成本带来的不利影响,环境信息披露逐渐成为投资者对地方政府的必要诉求。改善地方政府与投资者之间的环境信息不对称也成为地方政府降低气候风险对其融资成本负面影响的要点之一,其原理类似于高污染企业环境信息披露对融资成本的缓解作用。尽管从2007年起,国务院就开始要求政府和企业向社会公开环境质量信息以提高环境治理效率^①,但由于缺乏问责机制,其并没有对排污行为起到实质性约束(祝树金等,2022)。直到2015年,国务院发布《政府信息公开工作要点》,明确指出地方政府应当“进一步加大空气质量、水环境质量、污染物排放、污染源、建设项目环评等信息公开力度”,环境保护领域正式成为政府信息公开的重点之一。

已有研究显示,环境信息的披露有助于为投资者提供发行人环境保护的增量信息(Clarkson et al., 2004),增强了社会与公众对企业环保责任的监督作用(叶陈刚等, 2015),因而可以在一定程度上降低企业融资成本(Plumlee et al., 2015)。类似地,地方政府环境信息的公开能够增强中央政府及社会公众对地方政府环境责任履行的监督作用,缓解利益相关者对未来气候政策不确定性的忧虑,故能在一定程度上降低地方政府发行城投债的融资成本。因此,地方政府环境公开的逐步完善能够强化投资者对辖区内融资平台抵御气候风险、应对转型压力能力的正向预期,进而降低其融资成本。根据上文分析,本文提出如下假说:

假说3:气候风险对城投债发行成本的上升作用在环境信息披露较为充分的地区影响较小。

此外,市场中的外部机构对融资平台的信息认证也是影响投资者对气候风险感知的重要方面(Painter, 2020)。例如,信用评级是影响融资平台资信表现的重要外部验证。国内外的文献基本认为,评级机构能够基于发债企业的财务状况、资本实力向市场提供债券的增量信息,进而降低债券的融资成本(Kisgen, 2006; 陈关亭等, 2021),而融资平台公司的信用评级更能够在一定程度上反映地方政府整体经济和财务状况(潘俊等, 2015)。评级较高的融资平台所在地区通常拥有更加多元化的经济结构、更加完善的基础设施,其发行地方政府债券(包括城投债)的成本通常受气候风险的影响更小(Painter, 2020)。

近年来,愈来愈多的机构在对企业进行信用评级的时候直接或间接地将其面临的气候风险以及环境效益纳入到评价体系中。例如,世界三大评级机构之一的穆迪将企业面临的

^①2007年,原国家环境保护总局通过《环境信息公开办法(试行)》,要求地方政府环保部门应当在职责权限范围内向社会主动公开环境信息。

气候物理风险以及碳转型压力纳入到评级体系中;再如,环境不友好的企业更容易招致环保相关法律诉讼(Sharfman & Fernando, 2008; Du, 2015),进而导致经济利益的流出,这已成为评级机构所关注的重要非财务信息之一(常莹莹、曾泉,2019)。评级机构对城投债气候风险的评定,既是对融资平台未披露环境信息的补充说明(Kisgen, 2006),同时也是对融资平台已披露信息的验证担保(Titman & Trueman, 1986),亦能够降低市场中的信息不对称(寇宗来等,2015)。本文认为,如果融资平台能够较为充分地披露环境信息并且信用评级能够较为全面地涵盖和验证融资平台的财务和非财务信息,那么其发行城投债的成本受气候风险的影响相对较小,进而有助于约束地方政府融资成本。据此分析,本文提出如下假说:

假说4:气候风险对城投债发行成本的上升作用对信用评级较高的融资平台影响较小。

四、研究设计

(一)样本与变量

对于地方政府融资成本的度量,本文参考潘俊等(2015)的做法,以城投债的发行成本作为地方政府融资成本的代理变量。这主要是因为城投债作为“准市政债”,自“分税制”改革后就逐渐成为地方政府融资的主要途径,因此城投债的发行成本能够在很大程度上反映地方政府融资成本,其规模和信用也代表着地方政府的经济实力(潘俊等,2018)。本文采用城投债的发行信用利差作为基准回归的被解释变量,具体构建方法为城投债的发行利率与同时间相同期限的国债利率之差(钟辉勇等,2016;林晚发等,2019;Ding et al., 2021)。

对于气候物理风险的度量,本文参考任国玉等(2010)和潘敏等(2022)的做法,采用极端气温指数作为其代理变量^①。由于中国南北和东西跨度大且地形复杂,不同地区的气候特征各异,故本文采用相对阈值的方法确定极端气温的定义。具体构建方法如下:(1)选取2001—2010年为气候基准期;(2)采用基准期内气象台站逐日观测数据来定义城投债所在城市气温的极端阈值,以基准期内相同日期最高气温的升序80%分位数作为极端高温的阈值,以基准期内相同日期最低气温的升序20%分位数作为极端低温的阈值;(3)计算样本期(2012—2021年)逐年的极端高温天数和极端低温天数(即日最高气温高于极端高温阈值或日最低气温低于极端低温阈值的天数,并汇总到年度层面);(4)将各地级市每年的极端高温天数与极端低温天数之和+1并取对数,计算得到极端气温指数作为对应年份该地级市的气候物理风险表征。

^①在稳健性分析中,本文还采用制热日指数(HDD)和制冷日指数(CDD)来衡量地级市面临的气候物理风险。

对于气候转型风险的度量,本文参考 Dietz 和 Stern(2022)的研究,采用二氧化碳排放量衡量。由于碳排放总量会受到地区经济、市辖区面积等方面的影响,本文又参照 Li 和 Pan(2022)、严成樑等(2016)和潘敏等(2022)的做法,采用地区 GDP 对碳排放量进行调整,构建了地级市碳排放强度(即单位 GDP 的碳排放量)作为气候转型风险的代理变量^①。2020年9月,国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上发表重要讲话,指出应对气候变化《巴黎协定》代表了全球绿色低碳转型的大方向,而低碳经济转型的核心则是降低碳排放强度。因此,碳排放的强度能够在一定程度上反映城市应对气候转型的压力与风险。

本文选择 Wind 数据库中 2012—2021 年期间发行的城投债作为研究样本,并对样本进行以下处理:(1)剔除省级融资平台发行的城投债,这主要是因为本文旨在研究地市级政府融资成本(刘晓蕾等,2021);(2)剔除了发行期限小于一年的城投债,这主要是因为气候风险属长期风险,因此相对于期限较短的城投债,期限较长的样本更能反映气候风险对其发行成本的影响(Painter, 2020; Goldsmith-Pinkham et al., 2022);(3)剔除绿色城投债,这主要是因为绿色债券募集资金专门用于绿色发展,严禁投入土地开发等其他用途,因此能够对气候风险与环境污染起到一定的缓释作用(毛捷等,2022);(4)为避免样本极端值的不利影响,本文对回归模型主要连续变量在 1%水平上进行双侧缩尾(Winsorize)处理;(5)此外,本文还剔除了变量严重缺失的样本。经过上述处理,最终本文得到 22167 支城投债样本。

本文使用的城投债特征以及融资平台财务指标全部来自 Wind 数据库,国债到期收益率数据来自 CSMAR 数据库,气温数据来源于美国国家海洋和大气管理局(NOAA)下设的国家环境信息中心(NCEI),地级市碳排放、能源消耗及其他宏观经济指标来自各年《中国城市统计年鉴》《中国能源统计年鉴》,城市污染源监管信息公开指数(PITI 指数)来自公众环境研究中心(IPE)发布的年度调查报告^②。

(二)回归模型

为考察气候物理风险和转型风险对城投债发行利差的影响,本文设定如下回归模型:

$$Spread_{ict} = \alpha_0 + \alpha_1 PhyRisk_{ct} + \eta X + Province FE + Year FE + \varepsilon_{ict} \quad (1)$$

$$Spread_{ict} = \beta_0 + \beta_1 TranRisk_{ct} + \eta X + Province FE + Year FE + \varepsilon_{ict} \quad (2)$$

其中, $Spread_{ict}$ 表示城市 c 在年份 t 发行的债券 i 的发行信用利差; $PhyRisk_{ct}$ 表示城市 c 在年份 t 的极端气温指数; $TranRisk_{ct}$ 表示城市 c 在年份 t 的碳排放强度; $Province FE$ 和 $Year FE$

^①在稳健性分析中,本文还采用单位 GDP 的能源消耗量来衡量地级市面临的气候转型风险。

^②受数据可得性所限,本文无法获得部分地级市层面指标 2021 年的数据,在实证分析中本文采用上一年的数据代替。

分别表示省份和年份层面的固定效应^①; ε_{ict} 表示模型的随机扰动项; X 表示回归模型的控制变量。借鉴已有研究,本文分别使用城投债层面、融资平台层面和地级市层面三类指标作为回归模型控制变量。其中,城投债层面指标包括债券期限、是否可回售、发行规模、是否有担保;融资平台层面指标包括净资产收益率、总资产周转率、速动比率、资产负债率、信用评级(主体评级);地级市层面指标包括人均GDP、GDP增长率、财政缺口。具体变量构建方法详见表1。

表1 变量定义

变量		定义		
被解释变量	信用利差	<i>Spread</i>	城投债发行利率与同期限国债利率的差值(%)	
核心解释变量	极端气温指数	<i>PhyRisk</i>	$\ln(1+\text{全年极端气温的天数})$	
	碳排放强度	<i>TranRisk</i>	$\ln(1+\text{地级市碳排放总量/地区生产总值})$	
城投债层面				
控制变量	债券期限	<i>Age</i>	城投债的发行期限(年)	
	回售	<i>Put</i>	城投债可回售则取1,否则取0	
	发行规模	<i>Scale</i>	城投债发行规模(亿元)的对数	
	担保	<i>Guarantee</i>	城投债有担保则取1,否则取0	
	融资平台层面			
	净资产收益率	<i>ROE</i>	净利润/净资产(%)	
	总资产周转率	<i>Turnover</i>	销售收入/总资产(次)	
	速动比率	<i>QR</i>	速动资产/流动负债(%)	
	资产负债率	<i>Lev</i>	总负债/总资产(%)	
	信用评级	<i>Rating</i>	主体评级AA-及以下、AA、AA+、AAA分别取1至4	
地级市层面				
人均GDP	<i>PGDP</i>	人均GDP(元)的对数		
GDP增长率	<i>Growth</i>	$(\text{本年度GDP}-\text{上年度GDP})/\text{上年度GDP}(\%)$		
财政缺口	<i>Deficit</i>	财政赤字/公共财政收入(%)		

五、实证结果

(一)描述性统计

表2的描述性统计结果显示,样本城投债的发行信用利差均值为2.3539%,标准差为1.2769%,这一结果与已有研究基本一致(王永钦等,2016;钟宁桦等,2021)。

^①由于本文的核心解释变量均为地区层面的指标,因此模型控制了省份层面的固定效应。在稳健性分析中,本文又将省份固定效应替换为地级市层面的固定效应。

表2 变量描述性统计

变量	样本量	均值	标准差	最小值	P25	中位数	P75	最大值
<i>Spread</i>	22167	2.3539	1.2769	-0.8613	1.3556	2.2641	3.2856	6.0022
<i>PhyRisk</i>	22167	5.1120	0.1862	4.3567	4.9698	5.0999	5.2781	5.5294
<i>TranRisk</i>	22043	4.0075	3.9342	0.0000	0.3225	0.6636	8.1323	10.9700
<i>Age</i>	22167	4.3415	2.1061	1.0000	3.0000	5.0000	5.0000	10.0000
<i>Put</i>	22167	0.3364	0.4725	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	1.0000
<i>Scale</i>	22167	1.9000	0.6185	0.0000	1.6094	1.9459	2.3026	3.4012
<i>Guarantee</i>	22167	0.1987	0.3990	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000
<i>ROE</i>	22167	1.7300	1.5432	-2.3629	0.9169	1.4423	2.1748	10.5773
<i>Turnover</i>	22167	0.0769	0.0759	0.0091	0.0373	0.0550	0.0822	0.5703
<i>QR</i>	22167	1.3659	0.7906	0.2352	0.8388	1.2112	1.6931	4.6012
<i>Lev</i>	22167	59.0472	9.7245	28.8239	54.1290	60.6570	65.6259	79.2758
<i>Rating</i>	22167	2.4448	0.7795	0.0000	2.0000	2.0000	3.0000	4.0000
<i>PGDP</i>	22167	11.2955	0.5117	9.2193	10.9665	11.3414	11.7177	12.4564
<i>Growth</i>	22167	6.8939	3.2046	-20.6300	4.4000	7.2000	8.6800	23.9600
<i>Deficit</i>	22167	84.3964	94.4753	-35.1180	20.5460	52.3820	115.3903	816.3660

(二) 基准回归

表3汇报了基准回归的结果。第(1)列和第(2)列估计结果显示,无论是单变量估计还是加入控制变量进行估计,物理风险(*PhyRisk*)的系数均在1%的水平上显著为正,说明极端气温导致的气候物理风险可能会直接损害发行城投债所需的担保品,导致融资平台公司的资产价值萎缩,进而提高了地方政府发行城投债的信用利差。类似地,第(4)列和第(5)列估计结果显示,无论是否加入控制变量,转型风险(*TranRisk*)的系数也均在1%的水平上显著为正,这一现象说明气候风险带来的转型压力可能会导致融资平台公司面临更高的气候政策不确定性,使得投资者对其发行的城投债要求更高的风险补偿,进而提高了地方政府发行城投债的信用利差。在第(5)列和第(6)列中,本文又将物理风险和转型风险放入同一个回归模型中,发现二者的系数仍然在1%的水平上显著为正,因此城投债发行成本的提高是物理风险和转型风险共同作用的结果。

(三) 稳健性检验

1. 内生性分析

(1)工具变量估计。可能影响本文估计结果准确性的一个重要原因就是内生性问题。例如,碳排放强度可能会受到许多不可观测因素(自然环境因素、产业结构、技术等)的影响,模型无法完全控制所有影响碳排放强度的变量而导致其并不完全满足外生性条件。而对于极端气候指数,尽管气温相对于城投债的发行成本满足外生性条件,但模型仍可能存在遗漏变

表 3

基准回归

解释变量	被解释变量: <i>Spread</i>					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>PhyRisk</i>	0.5266*** (6.7319)	0.3268*** (4.7963)			0.5081*** (6.5392)	0.3110*** (4.5547)
<i>TranRisk</i> ^①			0.2722*** (6.3732)	0.1252*** (4.8289)	0.2717*** (6.3951)	0.1251*** (4.8245)
<i>Age</i>		-0.0076* (-1.8972)		-0.0082** (-2.0551)		-0.0081** (-2.0203)
<i>Put</i>		0.1269*** (8.1636)		0.1266*** (8.1055)		0.1255*** (8.0356)
<i>Scale</i>		-0.1805*** (-14.5734)		-0.1807*** (-14.5437)		-0.1801*** (-14.4975)
<i>Guarantee</i>		-0.0030 (-0.1509)		0.0054 (0.2707)		0.0044 (0.2193)
<i>ROE</i>		0.0165*** (3.6353)		0.0165*** (3.6417)		0.0162*** (3.5856)
<i>Turnover</i>		0.0564 (0.5549)		0.0534 (0.5264)		0.0415 (0.4092)
<i>QR</i>		-0.0040 (-0.4558)		-0.0050 (-0.5644)		-0.0053 (-0.6057)
<i>Lev</i>		-0.0045*** (-5.7424)		-0.0044*** (-5.6468)		-0.0045*** (-5.7407)
<i>Rating</i>		-0.5859*** (-48.7958)		-0.5825*** (-48.5519)		-0.5820*** (-48.4825)
<i>PGDP</i>		-0.3642*** (-13.8871)		-0.3557*** (-13.2395)		-0.3551*** (-13.2306)
<i>Growth</i>		-0.0364*** (-8.6914)		-0.0343*** (-8.1158)		-0.0346*** (-8.2084)
<i>Deficit</i>		0.0007*** (5.1764)		0.0007*** (5.3242)		0.0007*** (5.2652)
<i>Constant</i>	-0.3382 (-0.8460)	6.9948*** (15.0234)	1.2568*** (7.3219)	8.0381*** (22.9416)	-1.3386*** (-3.1525)	6.4481*** (13.2236)
省份固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
样本量	22167	22167	22043	22043	22043	22043
调整后 R ²	0.2263	0.4215	0.2254	0.4192	0.2267	0.4197

注:①回归模型均采用聚类稳健的标准误,括号中为双尾检验的t值,未作特殊说明则下表同;②***、**和*分别代表在1%、5%和10%水平上显著,未作特殊说明则下表同;③通常来说,较高的资产负债率似乎会增加债券发行利差(即 *Lev* 系数应当为正)。但根据 Westreich 和 Greenland(2013)以及 Keele 等(2020)的研究结果,控制变量本身通常不具有结构性解释,即使是有效的控制变量,也常常会与其他未观察到(或不能观测到)的因素关联,使得其边际效应无法解释,因此 *Lev* 的系数并不存在实质性意义。

①本文无法获得拉萨市、吐鲁番市、钦州市、毕节市和铜仁市部分年份的碳排放数据,因此气候转型风险样本量略小于其他变量的样本量。

量等导致内生性问题的产生。为了检验模型主要解释变量是否满足外生性,本文采用两阶段最小二乘法(2SLS)进行工具变量估计。

参考张浩然(2018)和刘修岩等(2019)的做法,本文将地级市的纬度(*Latitude_IV*)作为极端气候指数的工具变量。选取纬度作为工具变量的理由在于:气候物理风险主要表现为全球气候变化及极端气温带来的不确定性,而气候与地级市所处的纬度具有极强的相关性。对于纬度较高的地区,由于太阳高度角和日照时数相较于低纬度地区变化更大,因此会具有更大的温差,而面对气候变化,高纬度地区温度敏感性下降更明显(Niu et al., 2021)。具体来说,高纬度地区由于温差较大,热量损失多,而气候变化带来的温室效应使得高纬度地区相较于低纬度地区更易出现极端高温天气;同时,对于高纬度的沿海地区,由于气候变化导致融化的淡水注入高纬度海域,阻止洋流将热量从低纬度带往高纬度,这也会导致高纬度地区更可能出现极端低温天气。根据以上分析,以纬度作为工具变量满足相关性条件;此外,由于纬度属地级市固有的地理因素,因此也满足工具变量严格的外生性条件。

参考Chen等(2016)的做法,本文将政府环境治理变量作为碳排放强度的工具变量。其理由在于:为了缓解碳排放带来的环境污染和温室效应,中央和地方政府推出了诸多环境治理政策(陈诗一、陈登科,2018),因此政府的环境决策与制度会直接影响地区碳排放的强度。而此前度量政府环境治理的指标如环保人员数量、环境污染治理研发投入、污染税率、污染治理成本等大多内生于经济发展阶段(Henderson & Millimet, 2007;涂正革、谌仁俊,2015),同时对于政府环境治理的刻画相对片面,仅侧重于环境治理的某一特定方面(陈诗一、陈登科,2018),故本文采用各地级市政府工作报告中与“环保”一词相关词汇^①出现的词频占报告全文字数的比重(*ER_IV*)作为环境治理的代理变量(Chen et al., 2016;陈诗一、陈登科,2018;邓慧慧、杨露鑫,2019)。该指标不仅能够较为全面地度量政府环境治理的力度,同时由于地方政府工作报告一般发生在年初,外生于该年度的经济发展(陈诗一、陈登科,2018),满足工具变量选择的标准。

表4汇报了工具变量估计的结果。可以发现,采用工具变量后,极端气候指数和碳排放强度的系数仍在1%的水平上显著为正,说明气候物理风险与转型风险均显著提升了城投债的发行利差。同时,第一阶段中工具变量的估计系数和显著性均与前文分析相符。根据Kleibergen-Paap rk Wald LM统计量和F统计量的p值,本文采用的工具变量估计均不存在不可识别和弱工具变量问题。

^①本文使用的与环境相关词汇具体包括:环境保护、环保、污染、能耗、减排、排污、生态、绿色、低碳、空气、化学需氧量、二氧化硫、二氧化碳、PM₁₀以及PM_{2.5}等。

表4 工具变量估计

解释变量	<i>PhyRisk</i>	<i>Spread</i>	<i>TranRisk</i>	<i>Spread</i>
	第一阶段	第二阶段	第一阶段	第二阶段
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Latitude_IV</i>	0.0127*** (16.5390)			
<i>PhyRisk</i>		7.9727*** (10.6645)		
<i>ER_IV</i>			24.2613*** (15.9548)	
<i>TranRisk</i>				3.4599*** (11.2414)
省份固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
样本量	22167	22167	21986	21986
LM 统计量	269.4426 (p = 0.0000)		241.0273 (p = 0.0000)	
F 统计量	273.5371 (p = 0.0000)		254.5554 (p = 0.0000)	

注:未作特殊说明,本文所有模型估计时均加入了截距项和控制变量,并采用聚类稳健的标准误,限于篇幅原因不在正文中予以汇报。

(2)双重差分估计。避免内生性的另一种方法是双重差分法。2017年2月,国家发展改革委、住房城乡建设部印发《气候适应型城市建设试点工作的通知》(发改气候〔2017〕343号)(后文简称《通知》),将呼和浩特、大连、丽水等28个地区作为气候适应型城市建设试点。《通知》指出,气候适应型城市需要综合考虑城市的气候类型、地域特征等,并且针对城市适应气候变化面临的突出问题(如强降水、高温、干旱、台风、冰冻、雾霾等极端天气气候事件),出台城市适应气候变化行动方案;同时加大对城市适应气候变化工作政策支持力度,出台有针对性的适应气候变化财税、金融、投资等扶持政策。因此气候适应型城市建设试点是对气候物理风险和转型风险的正向冲击,也是我国在城市层面应对气候变化的重要举措之一,研究其对于城投债发行利差的影响有助于佐证气候风险与地方政府融资成本之间的关系。

本文将28个气候适应型城市试点作为处理组,其他地区作为对照组,构建试点虚拟变量 $Treat_i$:若城投债所在地级市为气候适应型城市试点,则取值为1;否则为0。本文将《通知》颁布的年份作为政策节点,构建政策实施时间 $Post_t$:2017年及之后取值为1;否则为0。为了便于比较政策前后城投债发行成本的差异,本文将政策实施前后4年(2013—2020年)作为实验区间,构建了如下双重差分模型:

$$Spread_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 Treat_i \times Post_t + \eta X + Province FE + Year FE + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中,双重差分项 $Treat_i \times Post_t$ 为试点虚拟变量与政策实施时间的交乘项,其估计系数 γ_1 衡量了气候适应型城市试点对城投债发行成本影响的净效应;其余变量含义同基准回归模型。

表5汇报了双重差分估计的结果。第(1)列和第(2)列结果显示,无论是否控制省份和年份固定效应,双重差分项系数都在5%的水平上显著为正,因此气候适应型城市建设显著增加了试点地区城投债的发行信用利差,气候风险明显提高了地方政府融资成本。

表5 双重差分估计

解释变量	被解释变量: <i>Spread</i>			
	全样本(2013—2020年)		倾向得分匹配	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Treat × Post</i>	0.1375** (2.2395)	0.0945** (2.5130)	0.3320*** (4.0516)	0.1311** (2.4203)
<i>Treat</i>	0.0456 (0.8816)		-0.0986 (-1.4921)	
<i>Post</i>	0.3474*** (14.0828)		0.3705*** (5.7890)	
省份固定效应	否	是	否	是
年份固定效应	否	是	否	是
样本量	15667	15667	3091	3091
调整后 R ²	0.2435	0.4166	0.2527	0.4147

注:第(2)列和第(4)列的回归模型控制了省份和年份固定效应,变量 $Treat_i$ 和 $Post_t$ 对被解释变量的影响被固定效应吸收,无需在回归模型中加以控制。

接着,为了进一步排除样本选择偏误对双重差分估计的干扰,本文参考已有研究(Rosenbaum & Rubin, 1983; 贾俊雪等, 2018),采用倾向得分匹配法(Propensity Score Matching, PSM)对处理组和对照组进行1对1的最近邻匹配,并对匹配成功的样本重新进行双重差分估计。表5第(3)列和第(4)列的结果显示,在对处理组和控制组样本进行PSM匹配后,上述结论依然成立。

为了保证双重差分估计结果的有效性,参考Alder等(2016)和卞泽阳等(2021)的做法,本文构建如下平行趋势检验模型:

$$Spread_{it} = \delta_0 + \sum_{k=-4}^{+4} \delta_k Treat_i \times Year_k + \eta X + Province FE + Year FE + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中, $Year_k$ 为年份虚拟变量,当期观测值取1,否则取0,下标 k 表示与政策发生时点($k=0$)相差的月数;其余变量含义同基准回归模型。表6 Panel A和Panel B分别汇报了全样本和PSM匹配之后的平行趋势结果,可以发现在气候适应型城市建设试点之前处理组虚拟变量和

年份虚拟变量的交乘项均不显著异于0,因此试点之前二者的信用利差并不存在显著差异,可以认为样本满足平行趋势。

表6 平行趋势检验

年份虚拟变量	前第3年	前第2年	前第1年	样本量	调整后R ²
Panel A(全样本)	0.0331 (0.3418)	0.0988 (1.0194)	-0.1063 (-1.5498)	15667	0.2435
Panel B(匹配成功的子样本)	0.0074 (0.0568)	-0.0762 (-0.6103)	-0.1524 (-1.6146)	3091	0.4147

2. 更换气候风险的衡量方式

考虑到目前学界对于气候物理风险和转型风险的衡量方式仍存在分歧(Bernstein et al., 2019; Carattini et al., 2021; Huang et al., 2021; Bressan & Romagnoli, 2021; Bonato et al., 2022),本部分替换了基准回归中衡量气候物理风险和转型风险的方式。参考已有文献(Shi et al., 2018; Bressan & Romagnoli, 2021; Bonato et al., 2022),本部分采用制热日指数(HDD)和制冷日指数(CDD)代替极端气温指数,作为气候物理风险的代理变量。具体变量定义如下:

$$HDD_t = \sum_{k=1}^{365} (T_h - T_k), \text{ if } T_k < T_h \quad (5)$$

$$CDD_t = \sum_{k=1}^{365} (T_k - T_c), \text{ if } T_k > T_c \quad (6)$$

其中,下标 t 表示年份; T_k 为某天的平均温度; T_h 为HDD的阈值温度; T_c 为CDD的阈值温度^①。本文将每一个地级市每天的平均温度与阈值温度的差值汇总到年后,得到年度HDD和年度CDD;将年度HDD与年度CDD之和+1的自然对数值作为物理风险的代理变量(*PhyRisk2*)。

煤炭是我国碳排放的最主要来源。根据国际科学合作组织“全球碳计划”(GCP)发布的《2022年全球碳预算》,预计2022年全球碳排放量为405亿吨,其中约90%来自煤炭、石油和天然气的使用。因此,煤炭的消耗能够在很大程度上反映一个地区面临的气候转型压力。本文采用单位GDP的标准煤炭消耗量替换碳排放强度,作为气候转型风险的代理变量(*TranRisk2*)。

表7汇报了分别采用HDD、CDD和单位GDP标准煤消耗量作为物理风险和转型风险代理变量进行基准回归的估计结果。可以看到,替换气候风险的衡量方式后,基准回归的结果依然成立,前文得到的结论具有较强的稳定性。

^①根据住房和城乡建设部2016年发布的《民用建筑热工设计规范》规定,我国一般将18°C作为HDD的阈值温度,将26°C作为CDD的阈值温度。

表7 更换气候风险的衡量方式的稳健性检验

解释变量	被解释变量: <i>Spread</i>		
	(1)	(2)	(3)
<i>PhyRisk2</i>	0.8695*** (12.2159)		0.8950*** (12.3845)
<i>TranRisk2</i>		0.1489*** (6.1497)	0.1281*** (5.2609)
省份固定效应	是	是	是
年份固定效应	是	是	是
样本量	22167	22043	22043
调整后 R ²	0.4254	0.4193	0.4240

3. 更换样本

(1)剔除直辖市样本。由于直辖市在行政级别、财政体系上具有一定特殊性(丁宇刚、孙祁祥,2022),本文在稳健性检验中将其剔除,重新验证基准回归的结果是否成立。如表8第(1)—(3)列所示,剔除直辖市样本后,极端气温指数与碳排放强度的估计系数仍然显著为正。

表8 更换样本的稳健性检验

解释变量	被解释变量: <i>Spread</i>					
	剔除直辖市样本			剔除2017年之前的样本		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>PhyRisk</i>	0.4449*** (6.2035)		0.4257*** (5.9151)	0.1506** (1.9805)		0.1349* (1.7644)
<i>TranRisk</i>		0.1169*** (4.5171)	0.1159*** (4.4786)		0.0860*** (3.3434)	0.0860*** (3.3413)
省份固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
样本量	20664	20540	20540	18522	18424	18424
调整后 R ²	0.4150	0.4118	0.4127	0.4185	0.4151	0.4151

(2)剔除2017年之前的样本。2015年,国家发改委发布了《绿色债券发行指引》,绿色债券市场开始在我国蓬勃发展(吴育辉等,2022)。2016年3月,建立绿色金融体系被写入到我国的“十三五”规划当中,气候风险逐步被纳入资产定价的范畴中(陈国进等,2021)。然而,直到2017年年初,地方政府融资平台才开始发行绿色债券即绿色城投债^①,标志着绿色债券正式进入城投债市场。由于绿色债券具有较高的环境效益与较低的发行成本,近年来备受投资

①根据气候债券倡议组织(CBI)和中央国债登记结算有限责任公司在2018年发布的《2017中国绿色债券市场报告》,由地方政府融资平台发行的绿色债券成为2017年的绿色债券市场的新亮点,发行量达248亿元,占2017年中国绿色债券发行总量中的10%。

者的偏好与地方政府的支持(Oikonomou et al., 2014; 吴育辉等, 2022), 故 2017 年以来由于地方政府环保意识的增强, 气候风险更加成为影响城投债尤其是非绿债券发行成本的因素之一^①。本部分将 2017 年之前发行的城投债样本剔除, 以检验在 2017 年之后基准回归结果是否成立, 以避免其他因素对实证结果的干扰。根据表 8 第(4)一(6)列汇报的结果, 剔除 2017 年之前的样本后, 基准回归的结果仍然保持稳健。

(3) 更换为地级市层面的样本。样本的结构可能也会影响到模型估计结果的准确性。由于基准回归中本文采用的是城投债一年份层面的数据, 本部分将城投债样本汇总到地级市层面重新进行检验, 以验证基准回归的结论是否成立。具体来说, 本文以某地级市在每一年发行城投债的发行信用利差均值作为该地级市政府在该年的融资成本, 得到地级市一年份层面的样本, 重新进行估计。如表 9 所示, 在更改为地级市一年份面板数据后, 极端气温指数与碳排放强度的估计系数仍然显著为正, 说明“气候风险能够显著提升地方政府的融资成本”这一结论具有较强的稳健性。

表 9 更换为地级市层面样本的稳健性检验

解释变量	被解释变量: <i>Spread</i>		
	(1)	(2)	(3)
<i>PhyRisk</i>	0.3115* (1.8381)		0.3607** (2.1754)
<i>TranRisk</i>		0.2089*** (2.7377)	0.2112*** (2.7561)
省份固定效应	是	是	是
年份固定效应	是	是	是
样本量	1733	1703	1703
调整后 R ²	0.4898	0.4876	0.4886

注: 由于采用了地级市一年份面板数据, 表 9 的模型中仅保留了地级市层面的变量作为控制变量。

4. 改变模型固定效应

尽管本文在基准回归中控制了城投债、融资平台和地级市三个层面的控制变量, 但仍可能遗漏一些影响城投债发行成本但不可观测的因素。因此, 本部分分别加入了地级市层面的固定效应和省份一年份交互固定效应对基准回归进行检验。如表 10 的估计结果所示, 无论是控制地级市和年份固定效应, 还是控制省份一年份交互固定效应, 基准回归的结果仍然成立。

^① 地方政府债券(包括城投债)筹得的资金主要用于城市建设等高耗能、高污染项目, 亟需进行绿色转型升级。

表 10 改变模型固定效应的稳健性检验

解释变量	被解释变量: <i>Spread</i>					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>PhyRisk</i>	0.1810** (2.2446)		0.1831** (2.2746)	0.6310*** (7.0204)		0.6141*** (6.7772)
<i>TranRisk</i>		0.1567*** (4.9783)	0.1581*** (5.0201)		0.0965*** (3.5291)	0.0950*** (3.4952)
年份固定效应	是	是	是	否	否	否
地级市固定效应	是	是	是	否	否	否
省份×年份	否	否	否	是	是	是
样本量	22162	22039	22039	22162	22038	22038
调整后 R ²	0.4825	0.4807	0.4808	0.4532	0.4492	0.4502

注:为了避免多重共线性,表 10 模型中不再控制省份固定效应。

六、进一步分析

(一)环境信息公开的异质性分析

为了验证假说 3,本文参考已有研究(常莹莹、曾泉,2019;王馨、王营,2021;祝树金等,2022),采用城市污染源监管信息公开指数(PITI 指数)^①衡量地方政府环境信息的披露与公开程度。本文分别采用极端气温指数(*PhyRisk*)和碳排放强度(*TranRisk*)与 PITI 指数(*PITI*)的交互项刻画地方政府环境信息披露水平对物理风险和转型风险与城投债发行成本关系的调节效应。如表 11 第(1)列和第(2)列汇报的结果所示,极端气温指数和 PITI 指数的交互项(*PhyRisk* × *PITI*)与碳排放指数和 PITI 指数的交互项(*TranRisk* × *PITI*)的估计系数均在 1%水平上显著为负,支持了假说 3 的判断。

(二)市场评级验证的异质性分析

由于无法找到合适的指标度量信用评级对融资平台环境信息的披露和验证程度以验证假说 4,本文采用间接检验的方式验证上述猜想。已有文献表明环境信息披露水平的提升将帮助融资平台获得更高的评级(武恒光、王守海,2016;常莹莹、曾泉,2019),如果上述分析成立,那么较高的信用评级将削弱气候风险对城投债发行成本的上升作用。

本文分别采用极端气温指数(*PhyRisk*)和碳排放强度(*TranRisk*)与信用评级(*Rating*)的交互项刻画信用评级对物理风险和转型风险与城投债发行利差关系的调节效应。如表 11 第(3)列和第(4)列汇报的结果所示,极端气温指数和信用评级的交互项(*PhyRisk* × *Rating*)

^①根据武恒光和王守海(2016)的描述,PITI 指数是根据 120 个城市日常环境监管、企业排放、环评文件等关键信息对应的八个指标,进行定量和定性分析得出的得分和排名。PITI 指数是当前评价地方政府执行环境信息披露政策情况最全面的指标,能够较客观地反映城市环境信息的透明度。

与碳排放指数和信用评级的交互项 ($TranRisk \times Rating$) 的估计系数均在 1% 水平上显著为负,证明了假说 4 的推断是正确的。

表 11 关于环境信息公开和市场评级的异质性分析

解释变量	被解释变量: <i>Spread</i>			
	环境信息公开		信用评级	
	(1)	(2)	(3)	(4)
$PhyRisk \times PITI$	-0.0201*** (-5.2274)			
$TranRisk \times PITI$		-0.0014*** (-7.0942)		
$PhyRisk \times Rating$			-0.2766*** (-5.6139)	
$TranRisk \times Rating$				-0.0123*** (-5.0880)
$PhyRisk$	1.4979*** (5.9055)		0.9986*** (7.0307)	
$TranRisk$		0.4141*** (10.3471)		0.1507*** (5.7651)
$PITI$	0.1082*** (5.5638)	0.0101*** (8.5067)		
$Rating$	-0.5455*** (-41.7846)	-0.5463*** (-41.8735)	1.6507 (8.5963)	-1.0729 (-73.6890)
省份固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
样本量	16738	16738	22167	22043
调整后 R ²	0.4299	0.4327	0.4226	0.4200

注:由于环保公益组织公众环境研究中心(IPE)仅公开了 120 个地级市的 PITI 指数,故第(1)列和第(2)列的样本量较基准回归有所损失。

七、结论

近年来,气候风险已成为影响资产定价的重要因素。城投债作为地方政府融资的重要手段,募集资金的主要用途为城市建设、土地开发等高污染、高碳排放项目,其发行成本能够在很大程度上反映地方政府融资成本。随着极端天气和灾害的频发以及低碳转型政策的陆续出台,一方面,融资平台的抵押物和资产受到直接威胁,另一方面,中央政府发展绿色金融的决心也使得传统城投债暴露在较大的风险敞口中。在此背景下,本文以城投债发行成本为视角,研究了气候风险如何影响地方政府融资成本。研究发现,气候风险显著增加了城投债的发行利差,导致地方政府融资成本上升,并且这种影响是气候物理风险和气候转型风险共同作用的结果。进一步分析发现,地方政府可以通过主动的环境信息公开与获得较高外部评级

来削弱气候风险对地方政府融资的负面作用,主要是因为环境信息披露能够降低信息不对称,同时较高的信用评级增强了市场对环境信息的验证作用,缓解了市场对气候风险的恐慌。

本文的研究结论表明,气候风险已成为当前传统城投债发行面临的重要阻力之一,因此地方政府应当积极适应气候变迁,顺应国家构建绿色金融体系的大背景,采取更加环境友好的模式进行融资。绿色城投债作为推进地方政府融资低碳转型的重要模式,应当进一步被地方政府(尤其是市、县级政府)融资平台采用,在更大程度上发挥投资对低碳城市建设的作用,规避气候物理风险与转型风险对传统融资方式的冲击。其次,地方政府作为融资平台公司的实际控制人,应当积极督促其改变原有高污染、高能耗的发展方式,进行绿色创新与低碳转型,推动绿色低碳城市建设。此外,地方政府亦需要积极完善环境信息披露制度,主动向社会公众披露环境污染排放及治理措施等信息,缓解地方政府、融资平台与投资者之间的环境信息不对称,强化市场对其监督治理作用以获得更低成本、更加环保的城市建设资金。

参考文献:

- [1] 卞泽阳,李志远,徐铭遥. 开发区政策、供应链参与和企业融资约束[J]. 经济研究, 2021, 56(10): 88-104.
- [2] 常莹莹,曾泉. 环境信息透明度与企业信用评级——基于债券评级市场的经验证据[J]. 金融研究, 2019, (05):132-151.
- [3] 陈关亭,连立帅,朱松. 多重信用评级与债券融资成本——来自中国债券市场的经验证据[J]. 金融研究, 2021, (02):94-113.
- [4] 陈国进,郭珺莹,赵向琴. 气候金融研究进展[J]. 经济学动态, 2021, (08):131-145.
- [5] 陈诗一,陈登科. 雾霾污染、政府治理与经济高质量发展[J]. 经济研究, 2018, 53(02):20-34.
- [6] 陈骁,张明. 中国的绿色债券市场:特征事实、内生动力与现存挑战[J]. 国际经济评论, 2022, (01): 104-133.
- [7] 邓慧慧,杨露鑫. 雾霾治理、地方竞争与工业绿色转型[J]. 中国工业经济, 2019, (10):118-136.
- [8] 丁宇刚,孙祁祥. 气候风险对中国农业经济发展的影响——异质性及机制分析[J]. 金融研究, 2022, (09):111-131.
- [9] 胡天杨,谌仁俊,涂正革. 环境信息披露评价与市场价值:第三方机构的影响研究[J]. 世界经济, 2022, 45(11):150-176.
- [10] 姬强,赵万里,张大永,等. 气候风险感知对金融市场的影响——基于中国企业层面的微观证据[J]. 计量经济学报, 2022, 2(03):666-680.
- [11] 贾俊雪,李紫霄,秦聪. 社会保障与经济增长:基于拟自然实验的分析[J]. 中国工业经济, 2018, (11): 42-60.
- [12] 金刚,沈坤荣. 气候变化与线下服务业消费:以电影行业为例[J]. 世界经济, 2022, 45(09):152-178.
- [13] 寇宗来,盘宇章,刘学悦. 中国的信用评级真的影响发债成本吗?[J]. 金融研究, 2015, (10):81-98.
- [14] 李青原,肖泽华. 异质性环境规制工具与企业绿色创新激励——来自上市企业绿色专利的证据[J]. 经济研究, 2020, 55(09):192-208.
- [15] 林晚发,刘颖斐,赵匡匡. 承销商评级与债券信用利差——来自《证券公司分类监管规定》的经验证据

[J]. 中国工业经济,2019,(01):174-192.

[16] 刘波,王修华,李明贤. 气候变化冲击下的涉农信用风险——基于2010-2019年256家农村金融机构的实证研究[J]. 金融研究,2021,(12):96-115.

[17] 刘金科,肖翊阳. 中国环境保护税与绿色创新:杠杆效应还是挤出效应?[J]. 经济研究,2022,57(01):72-88.

[18] 刘晓蕾,吕元稹,余凡. 地方政府隐性债务与城投债定价[J]. 金融研究,2021,(12):170-188.

[19] 刘修岩,杜聪,李松林. 自然地理约束、土地利用规制与中国住房供给弹性[J]. 经济研究,2019,54(04):99-115.

[20] 刘振华,丁志华,段钊平. 气候政策不确定性会加剧能源市场间极端风险溢出吗?[J]. 系统工程理论与实践,2023,43(06):1-25.

[21] 罗党论,余国满. 地方官员变更与地方债发行[J]. 经济研究,2015,50(06):131-146.

[22] 罗荣华,刘劲劲. 地方政府的隐性担保真的有效吗?——基于城投债发行定价的检验[J]. 金融研究,2016,(04):83-98.

[23] 毛捷,曹婧. 农村税费改革与地方政府筹资模式的转变[J]. 经济研究,2021,56(03):83-99.

[24] 毛捷,郭玉清,曹婧,等. 融资平台债务与环境污染治理[J]. 管理世界,2022,38(10):96-118.

[25] 潘俊,王亮亮,沈晓峰. 金融生态环境与地方政府债务融资成本——基于省级城投债数据的实证检验[J]. 会计研究,2015,(06):34-41+96.

[26] 潘俊,王禹,王亮亮,等. 城投债与地方政府债券发行定价差异及其机理研究[J]. 会计研究,2018,(09):31-38.

[27] 潘敏,刘红艳,程子帅. 极端气候对商业银行风险承担的影响——来自中国地方性商业银行的经验证据[J]. 金融研究,2022,(10):39-57.

[28] 祁怀锦,刘斯琴. 中国债券市场存在绿色溢价吗[J]. 会计研究,2021,(11):131-148.

[29] 任国玉,陈峪,邹旭恺,等. 综合极端气候指数的定义和趋势分析[J]. 气候与环境研究,2010,15(04):354-364.

[30] 沈红波,华凌昊,张金清. 城投债发行与地方融资平台主动债务置换——基于银行授信视角[J]. 金融研究,2018,(12):91-104.

[31] 涂正革,谌仁俊. 排污权交易机制在中国能否实现波特效应?[J]. 经济研究,2015,50(07):160-173.

[32] 王馨,王莹. 环境信息公开的绿色创新效应研究——基于《环境空气质量标准》的准自然实验[J]. 金融研究,2021,(10):134-152.

[33] 王永钦,陈映辉,杜巨澜. 软预算约束与中国地方政府债务违约风险:来自金融市场的证据[J]. 经济研究,2016,51(11):96-109.

[34] 吴红军,刘敏仁,吴世农. 公司环保信息披露与融资约束[J]. 世界经济,2017,40(05):124-147.

[35] 吴育辉,田亚男,陈韞妍,等. 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,2022,38(06):176-193.

[36] 武恒光,王守海. 债券市场参与者关注公司环境信息吗?——来自中国重污染上市公司的经验证据[J]. 会计研究,2016,(09):68-74.

[37] 徐军伟,毛捷,管星华. 地方政府隐性债务再认识——基于融资平台公司的精准界定和金融势能的视角[J]. 管理世界,2020,36(09):37-59.

[38] 严成樑,李涛,兰伟. 金融发展、创新与二氧化碳排放[J]. 金融研究,2016,(01):14-30.

[39] 杨继东,杨其静,刘凯. 以地融资与债务增长——基于地级市面板数据的经验研究[J]. 财贸经济,2018,39(02):52-68+117.

[40] 叶陈刚,王孜,武剑锋,等. 外部治理、环境信息披露与股权融资成本[J]. 南开管理评论,2015,18(05):

85-96.

- [41] 张浩然. 日照间距约束、人口密度与中国城市增长[J]. 经济学(季刊), 2018, 17(01): 333-354.
- [42] 张路. 地方债务扩张的政府策略——来自融资平台“城投债”发行的证据[J]. 中国工业经济, 2020, (02): 44-62.
- [43] 张莉, 年永威, 刘京军. 土地市场波动与地方债——以城投债为例[J]. 经济学(季刊), 2018, 17(03): 1103-1126.
- [44] 郑思齐, 孙伟增, 吴璟, 等. “以地生财, 以财养地”——中国特色城市建设投融资模式研究[J]. 经济研究, 2014, 49(08): 14-27.
- [45] 郑艳, 潘家华, 谢欣露, 等. 基于气候变化脆弱性的适应规划: 一个福利经济学分析[J]. 经济研究, 2016, 51(02): 140-153.
- [46] 钟辉勇, 钟宁桦, 朱小能. 城投债的担保可信吗?——来自债券评级和发行定价的证据[J]. 金融研究, 2016, (04): 66-82.
- [47] 钟宁桦, 陈姗姗, 马惠娴, 等. 地方融资平台债务风险的演化——基于对“隐性担保”预期的测度[J]. 中国工业经济, 2021, (04): 5-23.
- [48] 祝树金, 李江, 张谦, 等. 环境信息公开、成本冲击与企业产品质量调整[J]. 中国工业经济, 2022, (03): 76-94.
- [49] 祝小全, 陈卓, 施展, 等. 违约风险传染的避免效应与溢出效应: 隐性担保预期的视角[J]. 经济研究, 2022, 57(11): 174-190.
- [50] Acharya, V. V., T. Johnson, S. Sundaresan, and T. Tomunen. Is Physical Climate Risk Priced? Evidence from Regional Variation in Exposure to Heat Stress[R]. 2022.
- [51] Alder, S., L. Shao, and F. Zilibotti. Economic Reforms and Industrial Policy in a Panel of Chinese Cities[J]. Journal of Economic Growth, 2016, 21(4): 305-349.
- [52] Balvers, R., D. Du, and X. Zhao. Temperature Shocks and the Cost of Equity Capital: Implications for Climate Change Perceptions[J]. Journal of Banking and Finance, 2017, 77: 18-34.
- [53] Bernstein, A., M. Gustafson and R. Lewis. Disaster on the Horizon: The Price Effect of Sea Level Rise[J]. Journal of Financial Economics, 2019, 134(2): 253-272.
- [54] Bonato, M., O. Cepni, R. Gupta, and C. Pierdzioch. Climate Risks and State-Level Stock-Market Realized Volatility[R]. 2022.
- [55] Bressan, G. M. and S. Romagnoli. Climate Risks and Weather Derivatives: A Copula-based Pricing Model [J]. Journal of Financial Stability, 2021, 54: 100877.
- [56] Carattini, S., G. Heutel, and G. Melkadze. Climate Policy, Financial Frictions, and Transition Risk[R]. 2021.
- [57] Chen, Z., M. E. Kahn, Y. Liu, and Z. Wang. The Consequences of Spatially Differentiated Water Pollution Regulation in China[R]. 2016.
- [58] Choi, D., Z. Gao, and W. Jiang. Attention to Global Warming[J]. The Review of Financial Studies, 2020, 33: 1112-1145.
- [59] Clarkson, P. M., Y. Li, and G. D. Richardson. The Market Valuation of Environmental Capital Expenditures by Pulp and Paper Companies[J]. Accounting Review, 2004, 79(2): 329-353.
- [60] Denis, C. and M. Michel. The Economic Relevance of Environmental Disclosure and its Impact on Corporate Legitimacy: An Empirical Investigation[J]. Business Strategy and the Environment, 2015, 24(6): 431-450.
- [61] Dhaliwal, D. S., O. Z. Li, A. Tsang, and Y. G. Yang. Voluntary Nonfinancial Disclosure and the Cost of Equity Capital: The Initiation of Corporate Social Responsibility Reporting[J]. The Accounting Review, 2011, 86(1): 59-100.

- [62] Dietz, S. and N. Stern. Endogenous Growth, Convexity of Damage and Climate Risk: How Nordhaus' Framework Supports Deep Cuts in Carbon Emissions[J]. *The Economic Journal*, 2022, 125: 574–620.
- [63] Ding, Y., W. Xiong, and J. Zhang. Issuance Overpricing of China's Corporate Debt Securities[J]. *Journal of Financial Economics*, 2021, 144(1): 328–346.
- [64] Du, X. Is Corporate Philanthropy Used as Environmental Misconduct Dressing? Evidence from Chinese Family-owned Firms[J]. *Journal of Business Ethics*, 2015, 129(2): 341–361.
- [65] European Central Bank. Climate-Related Risk and Financial Stability[R]. 2021.
- [66] Fernandez-Perez, A., A. M. Fuertes, M. Gonzalez-Fernandez, and J. Miffre. Fear of Hazards in Commodity Futures Markets[J]. *Journal of Banking and Finance*, 2020, 119: 105902.
- [67] Giglio, S., M. Maggiori, K. Rao, J. Stroebel, and A. Weber. Climate Change and Long-run Discount Rates: Evidence from Real Estate[J]. *The Review of Financial Studies*, 2021, 34(8): 3527–3571.
- [68] Goldsmith-Pinkham, P. S., M. Gustafson, R. Lewis, and M. Schwert. Sea Level Rise and Municipal Bond Yields[R]. 2022.
- [69] He, C. and J. Loftus. Does Environmental Reporting Reflect Environmental Performance? Evidence from China[J]. *Pacific Accounting Review*, 2014, 26(1/2): 134–154.
- [70] Henderson, D. J. and D. L. Millimet. Pollution Abatement Costs and Foreign Direct Investment Inflows to US States: A Nonparametric Reassessment[J]. *Review of Economics and Statistics*, 2007, 89(1): 178–183.
- [71] Hering, L. and S. Poncet. Environmental Policy and Exports: Evidence from Chinese Cities[J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2014, 68(2): 296–318.
- [72] Hong, H. F., W. Li, and J. Xu. Climate Risks and Market Efficiency[J]. *Journal of Econometrics*, 2019, 208: 265–281.
- [73] Huang, B., M. T. Punzi, and Y. Wu. Do Banks Price Environmental Transition Risks? Evidence from a Quasi-natural Experiment in China[J]. *Journal of Corporate Finance*, 2021, 69: 101983.
- [74] Javadi, S. and A. A. Masum. The Impact of Climate Change on the Cost of Bank Loans[J]. *Journal of Corporate Finance*, 2021, 69: 102019.
- [75] Keele, L, R. T. Stevenson, and F. Elwert. The Causal Interpretation of Estimated Associations in Regression Models[J]. *Political Science Research and Methods*, 2020, 8(1): 1–13.
- [76] Kisgen, D. J. Credit Ratings and Capital Structure[J]. *Journal of Finance*, 2006, 61(3): 1035–1072.
- [77] Krüger, P. Corporate Goodness and Shareholder Wealth[J]. *Journal of Financial Economics*, 2015, 115(2): 304–329.
- [78] Li, S. and Z. Pan. Climate Transition Risk and Bank Performance: Evidence from China[J]. *Journal of Environmental Management*, 2022, 323: 116275.
- [79] Niu, B., X. Zhang, S. Piao, et al. Warming Homogenizes Apparent Temperature Sensitivity of Ecosystem Respiration[J]. *Science Advances*, 2021, 7: 1–11.
- [80] Oikonomou, I., C. Brooks, and S. Pavelin. The Effects of Corporate Social Performance on the Cost of Corporate Debt and Credit Ratings[J]. *Financial Review*, 2014, 49(1): 49–75.
- [81] Painter, M. An Inconvenient Cost: The Effects of Climate Change on Municipal Bonds[J]. *Journal of Financial Economics*, 2020, 135(2): 468–482.
- [82] Plumlee, M., D. Brown, R. M. Hayes, and R. S. Marshall. Voluntary Environmental Disclosure Quality and Firm Value: Further Evidence[J]. *Journal of Accounting and Public Policy*, 2015, 34(4): 336–361.
- [83] Rosenbaum, P. R. and D. B. Rubin. The Central Role of The Propensity Score in Observational Studies for Causal Effects[J]. *Biometrika*, 1983, 70(1): 41–55.

- [84] Sharfman, M. P. and C. S. Fernando. Environmental Risk Management and the Cost of Capital[J]. *Strategic Management Journal*, 2008, 29(6): 569–592.
- [85] Shi, Y., D. Zhang, Y. Xu and B. Zhou. Changes of Heating and Cooling Degree Days over China in Response to Global Warming of 1.5°C, 2°C, 3°C and 4°C[J]. *Advances in Climate Change Research*, 2018, 9: 192–200.
- [86] Titman, S. and B. Trueman. Information Quality and the Valuation of New Issues[J]. *Journal of Accounting and Economics*, 1986, 8(2): 159–172.
- [87] Westreich, D. and S. Greenland. The Table 2 Fallacy: Presenting and Interpreting Confounder and Modifier Coefficients[J]. *American Journal of Epidemiology*, 2013, 177(4): 292–298.

The Impact of Climate-Related Risk on Local Government Financing Costs

Guo Kun^a, Bian Yuan^a, Zhang Dayong^b, Ji Qiang^{c,d}

(a: School of Economics and Management, University of Chinese Academy of Sciences;

b: Research Institute of Economics and Management, Southwestern University of Finance and Economics;

c: Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences;

d: School of Public Policy and Management, University of Chinese Academy of Sciences)

Abstract: With increasing public attention towards global warming and climate change, climate risk has become an important factor in asset pricing. Frequent climate disasters and climate policy uncertainty have landed local government debt financing in a dilemma. From the perspective of Chengtou bonds, we try to figure out the impact of climate risk on the financing cost of local governments. We find that climate risk significantly increases the issuance spread of Chengtou bonds, leading to the rise of local government financing costs, and this effect is the result of the joint action of climate physical risk and climate transition risk. Further analysis shows that voluntary environmental information disclosure and higher external ratings can weaken the negative effect of climate risk on local government financing. The main mechanism is that in this way information asymmetry would be relieved and the validation role of the market on environmental information would be enhanced. We believe that Chengtou bonds, which are important capital sources for urban construction, are always featured with high pollution and energy consumption. The increasingly severe effect of climate risk on their issuance costs will further worsen the implicit debt burden of local governments. Therefore, local governments should be more proactive in voluntary environmental information disclosure to cope with climate risk.

Keywords: Climate Risk; Local Government Financing Costs; Environmental Information Disclosure; Chengtou Bonds

JEL Classification: D46, G17, Q51

(责任编辑:卢玲)