

洪水风险被定价了吗？——来自中国城投债的证据

摘要：本文将中国境内的河流数据以及中国地方政府融资平台的融资数据相结合，研究城投债市场如何对洪水风险债券发行定价。研究发现：第一，发行前当地发生洪涝灾害的次数越高，城投债的信用利差更高。第二，距离河流更近的城市发行的债券信用利差更高。第三，水利基础设施和水文站的完善可以缓解洪水风险带来的影响。第四，当发行地或上游地区降水量更多，河流径流量更大，以及城市位于亚热带时，洪水风险对债券信用利差的正向作用更强。进一步地，发行前以“洪水”作为关键词的互联网搜索指数越高，地区洪水风险和债券信用利差的正向关系越强。结果表明，债券投资者将洪水风险作为系统性风险因素予以定价，而投资者关注是洪水风险被定价的驱动因素。

关键词：气候金融；洪水风险；城投债；信用利差；投资者关注

一、引言

城投债是中国地方政府的主要融资来源，也被成为准市政债券。本文研究了政府发行债务时，资产的定价是否会反映气候变化所带来的洪水冲击风险。目前全球每年都会发生各种台风、山洪、洪涝和干旱等气候灾害，据世界气象组织统计各种极端气候灾害的强度和破坏程度正在持续增加。在这种背景下，气候灾害与金融之间关系的研究越来越受到关注。然而，市场参与者面对气候风险所导致的未来不确定性现金流，是否会对此进行预测和定价还存在争议。一方面，有文献指出气候灾害所引发的物理风险和转型风险会影响资产的定价（Giglio et al., 2021; Painter, 2020; Hauer et al., 2016; Barnett, 2020; Choi et al., 2020），其中物理风险主要是指气候变化导致资产或经济活动直接受损的风险，转型风险主要是指企业向低碳经济转型带来的风险。另一方面，市场参与者忽视气候风险的存在可能会导致资产定价中并未反映气候风险因素。Atreya et al.（2015）和 Murfin et al.（2020）指出长期来看并没有证据可以表明洪水风险会对资产定价产生影响，受影响的都是已经遭受破坏的资产。Hong et al.（2019）也指出资本市场并未重视干旱这一气候灾害对于农业企业的影响。此外，目前针对洪水风险的研究多是集中在海平面上升（Painter, 2020; Goldsmith-Pinkham, 2021; Bernstein et al, 2019）抑或是飓风（Ortega & Taspinar, 2018; Eichholtz et al., 2019; Giglio et al., 2021）对沿海周边地区的影响；鲜有文献聚焦河流爆发洪水，导致城市内涝、经济受损所引发的风险。

中国为解决上述问题提供了很好的背景。首先，中国降雨分布不均、河流众多、人口稠密，同时大陆地势总体是西高东低，呈三级阶梯状分布，这些因素使得中国成为全球洪灾风险最高的国家之一。另一方面，中国十分重视洪水的治理与防范，水利部是官方设立专门进行防汛抗旱、指导监督水利工程建设与运行管理的部门。该部门自 1990 年起每年均会出版《中国水利年鉴》，其中记载了历年防汛抗旱的成果，洪水爆发的河流、水位与重现期等信息。这为本文整理洪水数据提供了一手官方数据。其次，与美国地方政府有自主举债权不同，中国《预算法》明确规定地方政府不得通过发行政府债券进行融资。但是在经济高速增长背景下，地方政府事权大于财权从而导致财政资金逐渐短缺。为此，中国地方政府开始采取设立地方融资平台的方式，即城投公司，以企业法人的形式向债券市场筹集资金。这种形式的债券被称为城投债，也被称为准市政债券。此外，对于企业来说，面对洪水所引发的洪涝灾害可以通过异地投资或搬迁等方式规避风险；但对于城市区县来说，其只能承受洪涝灾害所引发的财产损失。因此，本文选择中国地方政府发行城投债的信用利差，即债券发行利率与同期限国债利率之差，以考究其定价是否反映了洪涝灾害风险。

本文利用 2011—2019 年各地级市发行城投债的数据和《中国水利年鉴》中

各河流的洪水数据研究发现：通过将地级市发债前两年的洪水次数减去发行前三年至前十年间的两倍年均洪水次数以构建各地级市的洪水冲击变量，发现洪水冲击与地级市城投债的信用利差显著正相关。这说明当地级市发债前两年所遭受的洪水次数高于之前年份时，会提高投资者的气候风险意识，导致更高的信用利差。通过更换洪水冲击的计算区间以及剔除长江、黄河进行稳健性检验，本文结果依旧不变。进一步分析发现，洪水河流附近的城市相比于其他城市发行城投债的信用利差更高；同时将分析样本缩放至区县级，本文结果依然成立。这进一步证实了洪水风险的存在影响了资产的定价。异质分析发现，发行城市以及当地河流上游地区降雨量越高、水利设施完善程度较低、距离具有预警功能的水文站越远、地区洪水河流的径流量越大以及处于偏南方的亚热带气候时，洪水冲击对城投债的发行溢价所造成的影响更加明显。最后，机制分析发现，高投资者关注度会使得洪水冲击对发债地区带来更大的影响。结果证明了洪水冲击对城投债信用利差的影响主要是通过投资者关注度这一路径发挥作用的。

本文对气候风险所产生的金融后果做出了最直接的贡献。一方面，海平面上升、飓风或森林大火的物理风险以及企业的转型风险都会对资产价值产生影响（Bernstein et al.,2019; Ortega & Taspinar,2018; McCoy & Walsh, 2018; Bolton et al., 2020）。但是另一方面，Bakkensen & Barrage（2021）指出当个人不相信气候变化时会选择购买气候风险高的沿海不动产，从而降低气候变化对房价的影响程度。Hong et al.（2019）通过对 31 个国家的食品行业企业研究，发现市场对因气候变化所引发的干旱风险反应不足。Atreya et al.（2015）和 Murfin et al.（2020）指出洪水风险并不会影响资产的长期定价。本文研究结论则发现，地级市发行债务前受到洪水冲击的次数越多，投资者需要的信用利差就越高。该结论表明，突然的气候灾害袭击会提高投资者对气候风险的关注程度，从而在资产的定价中进行反映，证明了市场会对气候风险进行评估和定价。同时，本文结果也表明了气候风险影响资产定价的一个重要路径就是投资者关注度。

其次，本文将洪水风险的内涵进行了扩充。目前针对洪水风险的定义，多是海平面上升抑或是飓风袭击沿海城市。Painter（2020）发现沿海地区面对着海平面上升带来的风险，在发行长期市政债券时会被要求更高的溢价，但在短期市政债券发行中并不存在溢价。Bernstein et al.（2019）发现更靠近海岸线的不动产出售时，与其他类似但远离海岸线的不动产相比折价明显。Ortega & Taspinar（2018）指出在飓风 Sandy 袭击纽约之后，无论房屋是否受到飓风袭击，城市的房价都出现了显著下降。与现有研究不同，本文以河流附近城市发生的洪涝灾害代表地区的洪水风险，将研究对象从沿海地区拓展至了所有河流地区，扩大了受洪水风险影响的样本。

最后，本文为市政债券的定价增加了新的视角。Wang et al.（2008）指出市

政债券收益率受到违约风险、流动性风险和地方税收的影响。Schwert (2017) 发现违约风险是州和地方层面市政债券收益率利差的最重要驱动因素。Gao et al. (2019) 指出当地政府的政策差异也会显著影响政府的借贷成本。本文为地区河流的洪水冲击如何影响地方政府融资提供了新的经验证据。

二、文献回顾

现有研究指出气候变化所带来的物理风险和转型风险都会严重扰乱企业或地方的经济活动，从而对资产价格产生影响，但是投资者以及金融市场是否关注并将气候风险进行定价仍存在争议。一方面，已有文献发现投资者的气候变化风险意识正在不断提高，如 Krueger et al. (2020) 通过问卷调查研究发现，诸多机构投资者们已经意识到各投资组合中的公司会受到气候风险产生的影响。同时气候变化相关提案一直是股东大会的重要议题，其支持和批准率在近年来不断得到提高 (Flammer, 2015; Flammer et al., 2021)。此外，越来越多的研究为气候风险已经被市场所定价提供了直接经验证据。Pankratz et al. (2019) 通过 93 个国家的 13,000 多家公司样本，发现高温天气会增加企业应对该类天气的销售成本及各类费用，从而导致企业利润率的下降。同时，Hong et al. (2019) 也发现在易受长期干旱影响的国家中食品公司的利润增长不佳，但是食品类上市公司的股票价格并未很好地将全球气候变暖所导致的干旱风险进行定价。除了极端气温外，气候灾害所产生的直接财产损失同样也越来越受到学者们的关注。Bernstein et al. (2019) 研究了房地产价值与海平面上升 (SLR) 之间的关系，通过控制不动产与海滩的距离后，发现暴露在海平面上升风险敞口下的不动产多会打折出售。同样地，Giglio et al. (2021) 发现气候风险的增加将导致更多风险暴露的房产价格相对较低。这些经验证据都表明气候风险已经受到投资者的关注并在市场中被定价。

但是另一方面，也有学者指出气候风险作为长期风险因素，目前的资本市场并没有很好的进行定价。Addoum et al. (2020) 使用美国企业样本，并未发现温度冲击与企业销售或生产力有显著关系，包括传统上被归类为“热敏感”的行业。Murfin (2020) 利用地球板块移动引起的相对海平面上升的横截面差异，将住房对海平面上升的敏感性与其他混杂特征区分开来，但是 Murfin (2020) 却发现海平面上升对于房地产价值的影响有限。Atreya, Ferreira, & Kriesel (2013) 和 Atreya and Ferreira (2015) 也得出了类似的结论。Baldauf et al. (2020) 通过研究房地产价格是否会受到投资者异质信念的影响，发现房地产市场对气候风险的定价程度取决于当地投资者是否相信气候变化带来的影响。而 Bakkensen & Barrage (2021) 指出当个人不相信气候变化时会选择购买气候风险高的沿海不动产，从而降低气候变化对房价的影响程度。

本文基于城投债市场对地方洪水风险的反映程度研究气候风险是否已经受

到投资者的关注并在固定收益市场中得到定价。与本文最相关的两篇文献有：Painter（2020）发现沿海地区面对着海平面上升带来的风险，在发行长期市政债券时会被要求更高的溢价，但在短期市政债券发行中并不存在溢价。类似地，Goldsmith-Pinkham et al（2021）研究发现，在2013年政府间气候变化专门委员会（IPCC）的海平面升幅预测之前，海平面上升与市政债券信用利差之间没有显著关系，但此后气候变化风险反映在债券价格中，海平面上升风险对沿海地区的市政债券利差有显著正向影响。

本文与Painter（2020）所不同的是，因为海平面上升带来的危害主要是数十年之后海岸线城市被淹没，因此Painter（2020）发现短期市政债券在发行中并不存在气候风险溢价。而本文的洪水风险主要所针对的是各大河流所造成的洪灾，相比于海平面上升，洪涝灾害在短期和长期内均会频繁爆发。因此本文认为无论是长期城投债还是短期城投债，其发行利差都会受到洪涝灾害的影响。此外，债券价格反映了投资者对于未来收益的期望，而长期存在的潜在不确定因素，如气候风险势必会对债券的收益产生影响。洪水风险作为气候风险的表现形式之一，会显著影响地级市未来财政收入的水平 and 不确定性，进而影响地级市的正常经济发展路线导致地级市偿还贷款可能发生违约。综上，本文假设城投债的发行利差考虑了洪水风险的未来经济成本。

三、研究背景

（一）中国城投债概况

二十世纪九十年代初，中国通过预算改革将更多的税收引入中央政府，而地方支出大致保持不变，这就导致了地方政府事权大于财权发生错配，此时多通过中央政府转移支付或地方政府销售土地等方式缓解错配问题。但在2008-2009年全球金融危机爆发后，中国为顺利度过危机实施了4万亿经济刺激计划，旨在危机之后向城市基础设施建设进行投资。为落实国家战略，中央政府承诺提供1.8万亿元，而剩余2.2万亿元由地方承担。面对不断加大的财政压力，中国地方政府依据1994年颁布的预算法无法直接向银行借款抑或是在市场上发行债券。为规避监管的同时应对日益严峻的融资挑战，中国地方政府创建了特殊目的实体，即地方政府融资平台（LGFVs）。它是“地方政府通过注入土地、股权等形式设立的，承担政府投资项目融资功能的实体”（国务院，2010），此外“地方政府需承担连带还款责任”（银监会，2011）。因此地方政府融资平台成为了地方政府的主要融资代理，可以获得银行贷款和发行公司债券。这类债券有别于标准的公司债，有一个特殊的名称叫“城建投资债”，简称城投债。可以看出城投债背后存在着当地政府的背书，故通常也被称为准市政债券。

城投债的发行往往与同期相同到期期限的国债存在着信用利差，它代表着投资者购买非主权债券而需承担更大的信用和流动性等风险而要求的溢价；其次，

因为风险溢价中“宏观”因素，如预期通胀率和预期实际利率，已经通过减去国债的发行利率进行消除，因此城投债的信用利差多代表地方政府“微观”层面的相对风险，如当地财政压力或经济发展水平等。Ang et al. (2016) 发现影响地方政府未来现金流的经济因素会对城投债的定价产生影响，而洪水对地区的冲击势必会影响地方政府的现金流。如果地方政府在发行城投债之前，相较于以往遭受了更多的洪水冲击，此时投资者会担心未来洪水是否会频发，从而加深对地方政府未来现金流的担忧。基于此，投资者将洪水风险视为投资的潜在风险后，地方政府在发行债券时势必会被要求更高的收益率以补偿额外的风险。

(二) 中国洪灾概括

本文聚焦的洪水风险主要是河流爆发洪水引发河流倒灌、城市内涝，与现有文献主要聚焦海平面上升或是飓风引发的洪水风险有较大不同。海平面上升和飓风影响的地区有限，仅为沿海城市。而在中国，洪水频发且覆盖面广，不仅包括沿海地区同时也覆盖绝大多数的内陆地区。水利部相关数据显示，中国在 1950 年—2018 年，超过 28 万人因洪涝灾害死亡，超过 1.2 亿间房屋倒于洪灾，农作物平均受灾面积在 960 万公顷以上；1990 年—2018 年，洪涝灾害造成的直接经济损失高达 43761.61 亿元。

本文对于洪水的定义为：《中国水利年鉴》中河流洪峰水位超过警戒水位就视为该河流发生洪水，需要注意的是《中国水利年鉴》中记载的河流都是当年情况紧急、影响重大的超警河流，例如年鉴中所记载的“南渡江干流下游控制站龙塘水文站 10 月 18 日 16 时洪峰水位 14.75m，超过警戒水位 3.24m，相应流量 6870m³/s，水位列 1954 年有实测记录以来第二位”，此时本文就记录南渡江 10 月发生洪水一次。图 1 展示了 1990 年至 2019 年《中国水利年鉴》记录的洪水河流，平均每年发生重大洪水威胁的河流大约为 37 条。可以看出，中国每年都有较大的防汛压力，因此仅仅使用洪水发生的绝对数量可能无法很好的凸显投资者气候风险意识；另一方面水利设施日渐完善可能也会使得洪水的绝对数量对于投资者来说已经习以为常。Baldauf et al. (2020) 和 Bakkensen & Barrage (2021) 都发现若公众对于气候风险的认知不强，气候风险对于资产定价的影响就会十分微弱。因此本文使用洪水冲击，可以很好地表示投资者的短期记忆，衡量投资者当期的气候风险意识。

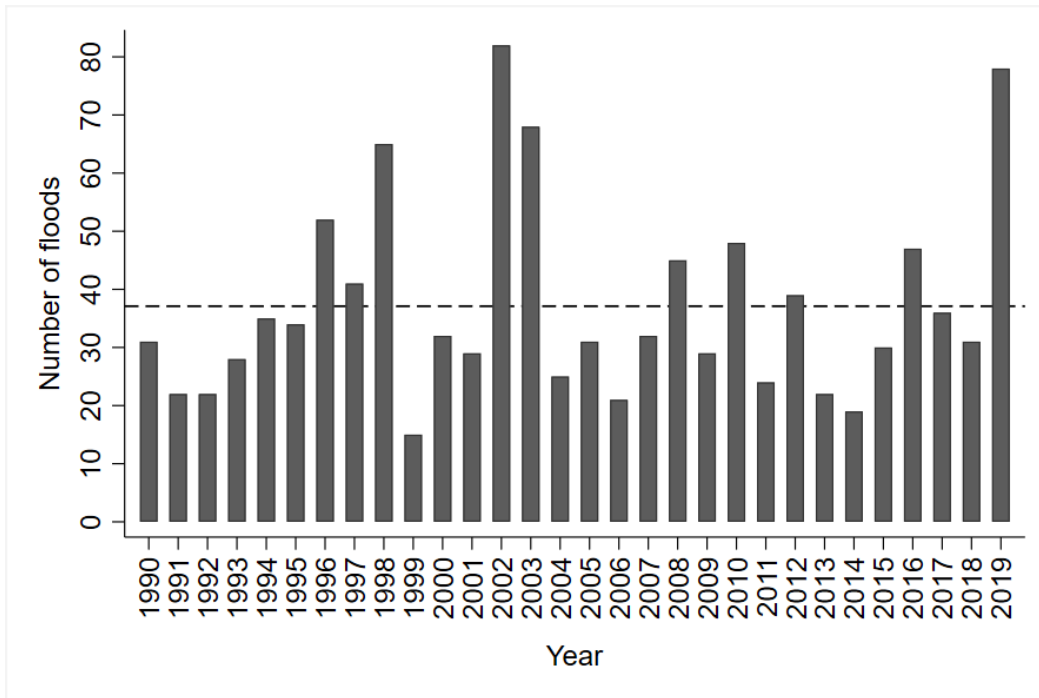


Fig 1. 历年洪水次数

针对地级市发生洪水的次数，本文以发债地区有区域位于洪水河流（水位超过警戒线）的 k 千米邻域范围内，就视为其有一次洪水危机，以此加总衡量地级市的洪水次数。图 2 展示了中国各发债地级市发生洪水危机次数的分布，其中图 2（1）为中国五级及以上河流的分布，可以看出中国河网密布，其中蓝色的河流为 1990 年至 2019 年间发生过重大洪水危机的河流，其覆盖范围基本是中国的整个版图。图 2（2）（3）（4）分别为 1990 年至 2019 年间洪水河流 10 千米、30 千米和 60 千米邻域范围内统计的发行城投债的地级市洪水次数。本文采取自然间断点分级法对洪水次数进行分组，“自然间断点”类别可对相似值进行最恰当地分组，并可使各个类之间的差异最大化。如图所示洪水次数较高的发债地级市多在按“胡焕庸线”计算而得的东南半壁，这块地域的人口占中国总人口数的 95% 以上，是中国的主要经济活动范围。综上，可以看出我国发债地级市分布范围广、代表性强，并不存在 Painter（2019）所提到的只能观测到海滨城市的气候风险这一缺陷。

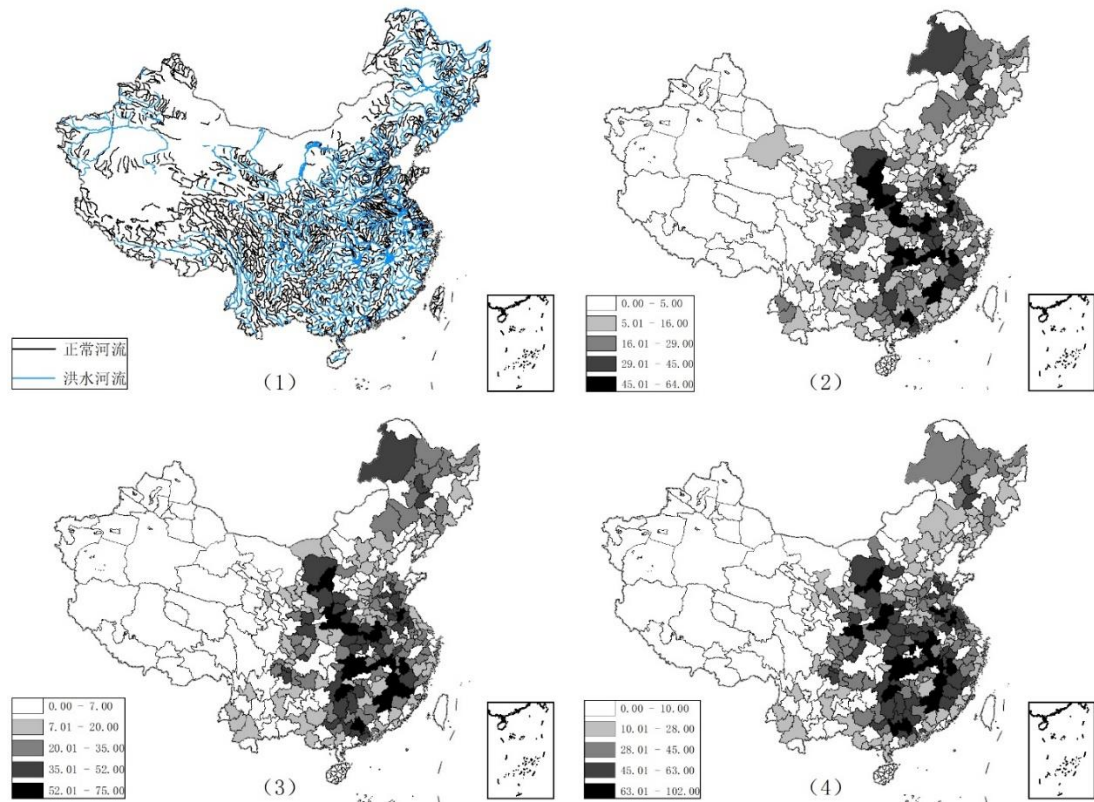


Fig 2. 地级市洪水次数分布图

四、研究设计

(一) 样本选取与数据来源

本文采用 2011—2019 年地级市发行城投债数据进行分析，基本信息来源于 WIND 地方债务数据库。选择 2011 年作为起始年份的主要考虑是：首先自金融危机大放水后，城投债经历了一段时间的野蛮生长，但之后，自 2011 年起财政部授权银监会对地方政府融资平台进行监管；其次，本文所使用的衡量投资者关注度的百度指数指标统计起始点为 2011 年初。因此，本文选取 2011 年之后发行城投债的样本进行分析。城投债的“城投行政级别”主要有“区县及县级市”、“地级市”和“省及省会(单列市)”，本文主要的分析着眼点为“地级市”城投债，需要注意的是该级别的城投债并不包含省会城市。本文选择该级别的城投债主要有如下原因：第一，省会城市发行的城投债被归属于“省及省会(单列市)”级别，此时无法很好的区分该等级下城投债的发行主体到底是省会城市还是整个省份，其次省会城市作为省份的政治经济文化中心势必会受到特别的保护；第二，“省及省会(单列市)”城投债覆盖范围为整个省份，洪水对其的冲击相比于自身广阔的面积来说并非重大；第三，由于《中国县域统计年鉴》中未包含市辖区的宏观变量指标，故“区县及县级市”城投债样本中会因为变量存在缺失值从而导致大量样本丢失。但本文仍然对剩余的“区县及县级市”的城投债进行了初步分析。

针对部分城投债发行地区的定位问题，本文在“天眼查” (<https://www.tianyancha.com/>) 内对城投债的发行公司进行搜索，根据网页所显示的“登记机关”和“注册地址”等信息，记录发行公司所在地址，并据此确定此类城投债所对应的发行地区。

本文的城投债数据来源于 Wind 资讯金融终端和 CNRDS，地级市数据来源于《中国城市统计年鉴》，区县数据来源于《中国县域统计年鉴》，洪水等信息来源于《中国水利年鉴》、《中国水利统计年鉴》和国家基础地理信息，降雨信息来源于国家气象科学数据，最后气候带数据来源于中国科学院地理科学与资源研究所。

(二) 研究模型和变量说明

本文采用模型 (1) 检验洪水冲击对于城投债风险溢价的影响：

$$CreditSpread = \beta_0 + \beta_1 DiffNumFlood_k + \beta_2 ControlVariables + Year^* + Industry^* + City^* + \varepsilon \quad (1)$$

其中 $CreditSpread$ 表示债券发行的信用利差，表示债券的票面利率与相同期限国债利率之差，代表了债券的风险溢价水平。 $DiffNumFlood_k$ 表示洪水冲击，本文根据所在地区城投债发行前两年 ($-2 \leq year < 0$) 的洪水总次数减去发行前两年至前十年间 ($-10 \leq year < -2$) 年均洪水次数的两倍衡量，具体计算公式为：

$$DiffNumFlood_k = \sum_{t=-2}^{-1} NumFlood_k^t - \frac{\sum_{t=-3}^{-10} NumFlood_k^t}{8} \times 2 \quad (2)$$

其中，洪水计数 ($NumFlood_k^t$) 表示 t 年发债地区有区域位于洪水河流 (水位超过警戒线) k 千米邻域范围内的次数。因此随着本文计算河流邻域的扩大，洪水河流邻域所覆盖的城市就会越多。本文通过 ArcGis 软件处理城市与洪水邻域之间的关系，所选取的邻域范围包括 5、10、20、30、40、50 和 60 公里。洪水数据来源于《中国水利年鉴》。在控制变量方面，本文除了常用的债券特征和地区宏观变量指标外，还分析了三组河流特征指标。具体是指：第一组为河流年径流量指标 ($LnRiverRunoff_k$)，年径流量表示一年内通过河流某断面的总水量，数据来源于《中国水利统计年鉴》，但该年鉴中只记录了 55 条主要河流的相关信息，因此针对发生洪水但该年鉴中未统计信息的河流，本文以 0 表示该河流的年径流量信息。之后，再针对发债地区依据洪水计数方法所得到的洪水河流，对这些河流的年径流量计算平均值再加一取对数，需要注意的是当某河流在一年内发生多次洪水时，也只统计一次年径流量值以剔除次数影响；第二组为河流集水面积指标 ($LnRiverAera$)，集水面积表示流域分水线所包围的面积。其数据来源和处理以及计算方法均与河流年径流量指标相同；第三组为河流等级指标 ($LnRiverLevel$)，中国河流主要分为五级，其中等级越高表示该河流地位越重要，如长江、黄河为一级河流。考虑到当发债地区不在任何洪涝灾害河流附近时，该地区的河流等级取值便会以 0 进行填充。为使得河流地位与等级正相关，本文以

6 减去各河流的河流等级，从而使得两者呈正相关关系。之后针对发债地区所统计的各洪水河流，本文将处理过的等级变量求平均再加一取对数，同样每个河流仅统计一次河流等级。其中河流集水面积指标和河流等级指标作为控制变量加入回归中，而河流年径流量指标作为异质性分析变量。此外，本文在回归中同时加入年份、行业和城市固定效应，并在地级市层面进行聚类。其他变量具体解释如表 1 所示。

[insert table 1]

五、实证结果分析

（一）变量描述性统计

本文主要变量的描述性统计如表 2 所示。Panel A 主要表示城投债等相关变量，*CreditSpread* 变量的均值为 2.6%，最小值和最大值分别为 0.17%和 7.18%，表明投资者认为城投债总是有风险，并且对不同债券的风险索取的报酬率差别很大。*DiffNumFlood₅* 至 *DiffNumFlood₆₀* 变量进行比较可以看出，变量随着河流洪水覆盖范围的扩大该值的频数分布图也逐渐拉宽，最小值从-5 降低至-6.25，最大值从 6 增加至 9。从当地降雨量与上游地区降雨量指标中可以看出，不同地区不同发债时间所面对的降雨量变化很大，说明样本具有代表性，其中 *LnRainUpReach_k* 样本变化的原因是此时样本城市缩减为河流下游城市。气候带指标 (*Subtropics*) 的均值为 0.716，证明有 71.6%的发债样本都位于亚热带地区。债券变量中，债券规模 (*BondSize*) 和期限 (*Term*) 波动范围较大，说明样本有一定的代表性。其他变量也均与以往研究大体保持一致。

Panel B 主要展示了发生过洪水的河流信息。针对河流等级变量 (*RiverLevel*)，为方便理解本文未展示对数形式取值，需要注意此变量对河流等级进行了转化，因为长江、黄河等河流为一级河流，故本文用六减去河流等级，从而其值越高表示河流等级越高。*RiverLevel* 的平均值为 1.7 说明发生洪水的河流等级多为四级或者五级。河流径流量和集水面积的描述性统计只展示了发生过洪水并且《中国水利统计年鉴》中有信息的河流，故只包含 44 条河流，从描述性统计中可以看出径流量和集水面积在不同的河流之间相差很大。

[insert table 2]

（二）回归分析

1. 洪水冲击对地级市城投债信用利差的影响

本文采用 OLS 回归检验当地洪水冲击对城投债信用利差的影响，表 3 报告了回归结果。表 3 第 (1) — (7) 列的 *DiffNumFlood_k* 表示在不同的河流邻域即 5km 至 60km 的取值下，度量发债地级市的洪水次数再进行做差计算。变量 *LnRiverLevel* 和 *LnRiverAera* 在不同列下代表不同河流邻域算法下的取值，为突

出主要解释变量，本文将这两个变量的结果分别放入一行中展示。从第（1）—（7）列的结果可知，*DiffNumFlood* 对城投债信用利差的影响均显著正相关，说明当地级市发债前两年的洪水次数相较于之前年份有所增加时，该地区再进行发债会承担更高的风险溢价。将第（1）—（7）列的结果进行横向比较，可以看出随着河流邻域衡量范围的扩大，当地洪水冲击对地级市城投债信用利差的影响逐步降低，第（1）列与第（7）列对比可以看出两者的影响相差接近两倍，说明投资者对于城市邻近的河流发生洪水的风险感知更敏感。在经济意义上，当地级市发债前两年相较于之前年份增加五次洪水危机时，地级市发债利差将提升大约 0.15%，即当地发债利差提高约 6%。

在控制变量方面，从 *LnRiverAera* 可以看出，随着集水面积即河流所能容纳的河流容量的增加，地级市城投债的信用利差会有所降低。宏观指标 (ΔGDP) 与信用利差显著负相关，t 值也较大，说明宏观经济信息对债券定价有较强的解释力。地级市当地 GDP (*LocalGDP*) 与城投债信用利差显著负相关，这与市场普遍认为的隐性担保相符。债券发行规模 (*BondSize*) 和债券期限 (*Term*) 系数的显著性也较高。

[insert table 3]

虽然多元回归中控制了可观测数据，但对于表 3 的结果是否准确的反映了气候风险对城投债信用利差的影响仍然存在潜在的担忧。首先，洪水次数相减的时间段是否合理，投资者对于城市洪水固有的印象应以何种时间段衡量。为进一步验证上述回归结果的稳健性，本文将主要解释变量的衡量方式分别更改为所在地区城投债发行前一年 ($-1 \leq \text{year} < 0$) 的洪水次数减去发行前一年至前四年 ($-4 \leq \text{year} < -1$) 的年均洪水次数 (Panel A) 以及所在地区城投债发行前两年 ($-2 \leq \text{year} < 0$) 的洪水次数减去发行前两年至前四年 ($-4 \leq \text{year} < -2$) 的洪水次数 (Panel B)。结果如表 4 Panel A 和 Panel B 所示，在不同的洪水冲击衡量方法下回归结果仍稳健。其次，本文考虑到长江和黄河自古就有水患影响，因此当代对于长江、黄河的水利治理十分重视，诸如三峡以及小浪底水库的建设和运行，故本文剔除长江、黄河之后再对地级市的洪水进行计数并重复主回归中 *DiffNumFlood* 的计算方法，结果如表 4 Panel C 所示，剔除长江黄河后，回归结果仍稳健。

[insert table 4]

根据前文的结果，洪水冲击会显著增加城投债发债成本，那么一个自然的想法就是地级市越靠近河流其发债成本相较于其他城市是否显著不同？Wang (2021) 采用断点回归发现同等条件下洪水区域内的农田价值更低。基于此，本

文生成 $FloodCity_k$ 变量以构建 RDD 模型进行论证。表 5 样本变化的原因主要是每一列的样本中不包含距离河流 $2k$ 公里以外的地级市和未发债的地级市，其次如图 2 所示中国河流众多，因此本文在此考虑的河流主要是 2005 年及以后的时间段内发生 5 次及以上洪水的河流，故样本也剔除了虽在河流 $2k$ 公里以内但该河流在 2005 年及以后发生洪水次数不足五次的城市。回归结果如表 5 所示， $FloodCity_{20}$ 至 $FloodCity_{50}$ 的系数均在 1% 水平上显著为正，说明当地级市更接近洪水河流时，相较于距离河流较远的城市，其受到洪水冲击所造成的损失将更严重，因此投资者将会要求更高的风险溢价。

[insert table 5]

在上文分析的基础上，本文进一步聚焦区县发行城投债时洪水冲击对其影响。由于《中国县域统计年鉴》中未包含部分市辖区的宏观变量指标，因此本文分析的区县样本相比地级市会减少一千多样本。参照地级市样本的主回归模型对区县级城投债样本进行分析，表 6 结果显示区县级的 $DiffNumFlood_k$ 系数均在 1% 的水平上显著，说明洪水冲击不仅会影响地级市发行城投债时的风险溢价同时对于区县级城投债也有影响。其次，本文从结果中还可以看出不同的河流邻域覆盖范围所计算的 $DiffNumFlood_k$ 的系数均大于地级市，说明相比于地级市，区县抗洪水的能力相对较弱，城投债风险溢价更高。将表 6 (1) 一列 (7) 进行横向比较，可以看出随着河流邻域定义的扩大，其系数近似逐步下降的趋势，证明越靠近洪水河流，地区城投债的风险溢价相对较高，因为这些地区受到洪水冲击所造成的影响更直接和严重。

[insert table 6]

2. 降雨量的影响

洪水的产生原因多为突降暴雨，引起江河水量迅速增加并伴随水位急剧上升，导致河流倒灌、城市内涝而造成经济损失，因此当地级市发债前当地降雨量异常高时，势必会引发投资者对于当地洪水隐患的担忧，故地级市在经历一轮暴雨后再度发债势必会引发更高的风险溢价。因此，本文设置了 $LnRainStorm$ 变量并将其与洪水冲击 ($DiffNumFlood_k$) 相乘，从表 7 第 (1) — (7) 列可知， $LnRainStorm \times DiffNumFlood_k$ 的系数显著为正，表明发债地区发行城投债之前降雨量越多，同样的洪水冲击，投资者会要求更高的风险溢价。将第 (1) — (7) 列的结果进行横向对比可以看出，随着河流邻域衡量范围的扩大，交乘项的系数是近似逐步降低的，证明地区越靠近河流则降雨对城投债风险溢价的影响更高。

[insert table 7]

当城市发债前降雨量越多，投资者会依据降雨量的信息提高洪水风险意识，从而当地区发债时就会要求更高的风险溢价。另一方面，洪水的爆发除去当地降雨量的增加，更多的也会因为上游地区河位上涨出现洪峰水位从而给下游地区带来防汛压力。基于此，本文将河流分为下游河段和中上游河段，并考虑当河流中上游地区降雨量增加时是否会对下游城市城投债的发行产生影响。同时，由于五级河流一般很少会出现跨地级市或者区县的情形，因此本文在此只考虑四级及以上河流的上下游关系，此时样本缩减为四级及以上河流的下游地区。当上游地区的降雨汇入河流时，势必会给下游地区造成洪水压力，因此本文构建 $LnRainUpReach_k \times DiffNumFlood_k$ 的交乘项，从表 8 的结果中可以看出，在不同的河流邻域划分下交乘项结果基本显著为正，说明上游地区降雨量的增加确实会导致下游地区发债时被要求更高的风险溢价。表 8 第（1）列的样本量较大，主要是本文在 ArcGis 中处理河流中上游和河流下游邻域城市时，河段分界点处的邻域城市会出现重叠，本文将重叠城市归类为中上游城市。由于 5km 邻域下河段分界点处的重叠城市相对较少，但同时该邻域的下游覆盖城市相比于其他范围的下游覆盖城市也较少，因此列（1）的样本大于列（2）至列（4）的样本，而小于其他列的样本。将第（1）—（7）列的结果进行横向对比可以看出，即使河流中上游涵盖的地区不同，但交乘项的系数变化不大，主要是上游地区衡量范围扩大的同时下游地区衡量范围也同样扩大。总之，造成洪水主因——降雨量的增加，无论发生在中上游地区抑或是发债当地均会导致债务信用利差的增加。

[insert table 8]

3. 水利设施的影响

在前文分析的基础上，本文进一步考虑当地水利设施建设的完善程度是否可以缓解洪水冲击的影响。自“九五”以来，尤其是“1998 特大洪水”后，我国高度重视水利工作，明确了新时期的治水方针，并采取了积极的财政政策，大幅度增加了水利投入，诸如三峡工程、小浪底水利枢纽等水利设施的完工并发挥效益，势必会缓解洪水冲击的影响程度。因此，本文引入水利设施指标 ($ReserviorStorage$) 并将其与洪水冲击指标相乘以考虑调节效应。《中国水利统计年鉴》中并未统计地级市的水利设施等数据，只包含省份水利设施，故本文以省份数据对地级市的数据进行代理分析。本文将水库总库容除以水库总座数以衡量当地的水利设施质量，此时省份平均水库库容越高，证明该省份中地级市的水利设施质量也相对较高。从表 9 结果可以看出， $ReserviorStorage \times DiffNumFlood_k$ 的系数均为负，其中列（3）—（7）的系数显著，表明当地水利设施质量增加会缓解洪水冲击对地区发债溢价的影响。其中，表 9 列（1）和列（2）不显著可能是因为数据存在失真，或是当洪水爆发时城市与河流相距不远抑或河流横穿城市导致水利设施无法

很好的进行预防并缓解损失。

[insert table 9]

使用省级水利设施的数据失真问题可能会引起读者的担忧，为此本文采用水文站这一水利设施进行缓解。水文站是中国政府大力兴建的为地方政府提供准确、及时、可靠的水文情报预报的设施，其充分发挥了水文情报预报在防汛工作中的耳目和参谋作用，为防汛减灾和保证人民生命财产安全做出保障。诸如《国务院关于淮河防御洪水方案的批复》等文件中记载的当水文站达到警戒线时会向其他地区泄洪，如“正阳关水位达到 26.0~26.5 米，或淮北大堤等重要工程出现严重险情时，适时运用城东湖，控制正阳关水位”，也就是说水位站会起到警示泄洪的作用。水文站不仅可以提前将洪水灾害造成的损失最小化，同时也会对附近地级市起到一定程度的保护作用，避免洪水破堤造成的严重损失。基于此，本文再次采用 RDD 方法，构建 $StationCity_k$ 变量，表 10 样本首先剔除了距离水文站 2k 公里以外的城市 and 未发债的城市，其次本文所考虑的水文站为 2005 年及以后发出超警及以上警报的水文站，故对于在水文站 2k 公里范围以内但该水文站未发出过超警信号的城市也进行了剔除。回归结果如表 10，第（1）—（4）列的结果均显著为负，说明水文站的警示保护作用确实降低了洪水冲击对城投债风险溢价的影响。

[insert table 10]

4. 异质性分析

既然洪水会造成债务的风险溢价，增加城投债的信用利差，那么河流的径流量（某一时段内通过河流某一过水断面的水量）越大，其发生洪水所造成的损害势必会大于其他河流，从而引发城投债更高的风险溢价。为此，本文基于洪水河流量径流量进行异质分析。本文在此使用的径流量数据来源于《中国水利统计年鉴》，但《中国水利统计年鉴》只记录了 55 条主要河流的信息，故本文将其他河流的径流量信息以 0 填充。之后，本文构建并依据 $RiverRunoff_k$ 变量进行异质分析。针对《中国水利统计年鉴》未包含的河流径流量信息无法获取这一问题，本文通过以下两种方法缓解。第一，剔除径流量值（ $RiverRunoff_k$ ）为零的观测值，再根据径流量中位数对剩余样本进行分组。第二，保留径流量取值为零的观测值，再将径流量（ $RiverRunoff_k$ ）加一取对数后与 $DiffNumFlood_k$ 相乘。为直观显示交互项，本文将不同河流邻域算法下的 $RiverRunoff_k$ 以及 $DiffNumFlood_k$ 分别放入同一行中展示，即第（1）—（7）列分别表示 5、10 至 60 千米河流邻域算法下两个变量的回归结果。表 11 Panel A 中 $LargeRiverRunoff_k$ 为依据城市径流量值的分组指标，因剔除了径流量值为零的观测值所以样本发生了变化。从 Panel A 中

可以看出当地级市附近发生洪水的河流径流量较大时，洪水冲击所带来的风险溢价会更高，说明径流量更高的河流爆发洪水所造成的直接经济损失势必更加重大，从而导致此类城市的发债成本更高。将 Panel A 列（1）至列（7）进行横向比较可以看出，随着河流邻域覆盖范围的收窄，洪水河流径流量较高的城市，其显著性更高且系数更大，此时洪水对城市的影响更直接。从 Panel B 中可以看出，当本文考虑所有样本，将两个连续变量相乘后，可以看到因为存在信息缺失所以结果的显著性有所降低，但其影响方向仍与 Panel A 相同。

[insert table 11]

对河流进行了异质性分析之后，本文根据地级市的地理特征再次进行了分析。众所周知，中国地大物博幅员辽阔，因此南北地区的地理环境、气候特征等方面存在诸多不同。为此，中国基于热量、干燥度以及地形特点和历史行政区划将我国气候带分为五带一区，即热带、亚热带、暖温带、中温带、寒温带和青藏高原区。故本文将地级市与气候带结合进行分析，首先本文剔除位于热带、寒温带和青藏高原区的 13 个样本，此时样本气候带的分布从南向北分别为：亚热带、暖温带和中温带。在进行地级市气候带分区时，需要注意的是当地级市横跨两个气候带时，以地级市在不同气候带所占面积判断其所处气候带，面积较大者为该地级市所处气候带。由于亚热带气候相比于暖温带和中温带，更加湿润并且河流众多，所以此气候带的潜在洪水风险就会高于暖温带和中温带地区。因此，本文按地级市是否位于亚热带将样本分为两组。结果如表 12 所示，当发债地区处于亚热带气候时，洪水冲击对于发债成本的影响更加明显，证明发债前洪水冲击对于亚热带地区的影响更加深刻，会引发投资者更多的担忧。将表 12 列（1）至列（7）进行横向对比可以发现，随着河流邻域计算方法的扩大，可以看到分组交乘项的显著性和系数大小均有所降低。

[insert table 12]

5. 地级市城投债信用利差与洪水百度指数的关系

从投资者关注度的层面上看，当投资者对洪水投去更多的注意力，此时地区再进行城投债的发行时势必会引起投资者对洪水风险的警觉、要求更高的风险溢价。Da 等(2011)率先针对美国市场，用谷歌搜索周频率指数研究了资产定价与投资者关注力的关系，但国内中小型投资者很少使用谷歌搜索引擎，因此国内学者多采用百度指数来测度我国投资者的注意力。为此，本文构建 *FloodAttention* 变量以度量投资者在城投债发行前对于洪水的关注程度。表 13 第（1）—（7）列的结果显示 $FloodAttention * DiffNumFlood_k$ 系数均在 5%及以上水平上显著，表明当发债前洪水引发了更大的投资者关注度，会加深投资者对于发债地区受到洪水

影响的担忧，从而提高城投债的风险溢价。可见，洪水冲击对于城投债的影响显然是通过增加投资者对洪水因素的考虑这一路径发挥作用的。

[insert table 13]

六、研究结论

气候变化引发的洪水风险对债务市场的定价是有意义的。本文发现，无论是地级市还是区县在发行城投债时都会受到洪水风险的显著影响，并且本文结果在不同的洪水冲击衡量指标下都是稳健的，同时本文也指出越靠近洪水河流的地级市会被要求更高的信用利差。此外，本文研究结果表明当地区发行城投债时，中上游地区抑或是发债当地降雨量的增加均会加深洪水冲击对债务信用利差的影响。进一步地，本文还发现当地级市附近洪水河流的径流量更高或是处于多雨、多湖泊、地势平坦的亚热带气候区时，洪水冲击的影响更高；但是地级市积极建设水利设施，可以很好的缓解洪水冲击对城投债发行溢价的影响。最后，本文发现投资者对洪水的关注度会影响城投债的信用利差，说明投资者关注力是洪水风险发挥作用的路径。

本文的结果表明投资者面对未来洪水风险的不确定性，会要求洪水风险较大的地级市发行城投债时有更大的资本回报。这对于最有可能受到气候变化的地区具有重要意义，由于洪水风险正通过更高的债务发行成本使各地区受到负面影响，这就说明这些地区应该积极主动地降低洪水可能对市政当局造成的损害，本文也正好指出较好的水利设施可以很好的帮助地区缓解洪水风险引起的信用利差。

虽然之前已有文献研究海平面上升或是飓风导致的洪水风险，但本文聚焦河流的洪水风险拓展了其定义，证明了投资者在其投资组合中考虑了洪水风险给固定收益资产带来的影响。本文结果可能促使各地区更加积极的采取措施，降低河流爆发洪水造成的损害，避免气候变化的不利成本。

参考文献:

- Addoum, J. M., Ng, D. T., & Ortiz-Bobea, A. 2020. Temperature shocks and establishment sales. *Review of Financial Studies*, 33(3): 1331-1366.
- Ang A, Bai J, Zhou H. 2016. The great wall of debt: Real estate, political risk, and Chinese local government credit spreads. Columbia Business School Research Paper.
- Atreya, A., & Ferreira, S. 2015. Seeing is believing? Evidence from property prices in inundated areas. *Risk Analysis*, 35(5): 828-848.
- Atreya, A., Ferreira, S., & Kriesel, W. 2013. Forgetting the flood? An analysis of the flood risk discount over time. *Land Economics*, 89(4): 577-596.
- Baker M, Bergstresser D, Serafeim G, Wurgler J. 2018. Financing the response to climate change: The pricing and ownership of us green bonds. Tech. rep., National Bureau of Economic Research.
- Bakkensen, L. A., & Barrage, L. 2021. Going underwater? Flood risk belief heterogeneity and coastal home price dynamics. *Review of Financial Studies*.
- Baldauf M, Garlappi L, Yannelis C. 2020. Does climate change affect real estate prices? only if you believe in it. *Review of Financial Studies* 33:1256–1295.
- Barnett M, Brock W, Hansen LP. 2020. Pricing uncertainty induced by climate change. *Review of Financial Studies* 33:1024–1066.
- Bernstein A, Gustafson MT, Lewis R. 2019. Disaster on the horizon: The price effect of sea level rise. *Journal of Financial Economics* 134:253–272.
- Bolton P, Kacperczyk M. 2021. Do investors care about carbon risk? *Journal of Financial Economics* 142:517-549.
- CBRC, 2011. CBRC No.91 Document on Supervision of Local Government Financial Vehicles.
- Choi D, Gao Z, Jiang W. 2020. Attention to global warming. *Review of Financial Studies* 33:1112–1145.
- Da Z, Engelberg J, Gao P. 2011. In search of attention. *Journal of Finance* 66: 1461-1499.
- Dessaint O, Matray A. 2017. Do managers overreact to salient risks? Evidence from hurricane strikes. *Journal of Financial Economics* 126:97-121.
- Eichholtz P, Steiner E, Yönder E. 2019. Where, when, and how do sophisticated investors respond to flood risk? Available at SSRN 3206257.
- Engle RF, Giglio S, Kelly B, Lee H, Stroebel J. 2020. Hedging climate change news. *Review of Financial Studies* 33:1184–1216.
- Flammer, C. 2015. Does corporate social responsibility lead to superior financial performance? A regression discontinuity approach. *Management Science*, 61(11): 2549-2568.
- Flammer, C., Toffel, M. W., & Viswanathan, K. 2021. Shareholder activism and firms' voluntary

- disclosure of climate change risks. *Strategic Management Journal*, 42(10): 1850-1879.
- Gao P, Lee C, Murphy D. 2019. Municipal borrowing costs and state policies for distressed municipalities. *Journal of Financial Economics* 132:404-426.
- Giglio S, Kelly B, Stroebe J. 2021. Climate Finance. *Annual Review of Financial Studies* 13:15-36.
- Giglio S, Maggiori M, Rao K, et al. 2021. Climate change and long-run discount rates: Evidence from real estate. *Review of Financial Studies* 34:3527-3571.
- Goldsmith-Pinkham PS, Gustafson M, Lewis R, Schwert M. 2021. Sea level rise and municipal bond yields. Available at SSRN.
- Hauer ME, Evans JM, Mishra DR. 2016. Millions projected to be at risk from sea-level rise in the continental united states. *Nature Climate Change* 6:691–69.
- Hong H, Li FW, Xu J. 2019. Climate risks and market efficiency. *Journal of Econometrics* 208:265–281.
- Krueger, P., Sautner, Z., & Starks, L. T. (2020). The importance of climate risks for institutional investors. *Review of Financial Studies*, 33(3), 1067-1111.
- Kruttili, M., B. Roth Tran, and S. Watugala. 2021. Pricing Poseidon: Extreme weather uncertainty and firm return dynamics. Working Paper, Board of Governors of Federal Reserve System.
- McCoy SJ, Walsh RP. 2018. Wildfire risk, salience & housing demand. *Journal of Environmental Economics and Management* 91:203–228.
- Murfin, J., & Spiegel, M. 2020. Is the risk of sea level rise capitalized in residential real estate?. *Review of Financial Studies*, 33(3): 1217-1255.
- Ortega F, Taspinar S. 2018. Rising sea levels and sinking property values: Hurricane sandy and new york’s housing market. *Journal of Urban Economics* 106:81–100.
- Painter M. 2020. An inconvenient cost: The effects of climate change on municipal bonds. *Journal of Financial Economics* 135:468–482.
- Pankratz, N., R. Bauer, and J. Derwall. 2021. Climate change, firm performance and investor surprises. Working Paper, UCLA.
- Schwert M. 2017. Municipal bond liquidity and default risk. *Journal of Finance* 72:1683-1722.
- Wang H. 2021. Estimating Flood Risk Impact on Farmland Values Using Boundary Discontinuity: Evidence from Lancaster County, Pennsylvania. *Risk Analysis* 41: 1274-1288.
- Wang J, Wu C, Zhang F X. 2008. Liquidity, default, taxes, and yields on municipal bonds. *Journal of Banking & Finance* 32:1133-1149.
- Wu W. 2010. Urban infrastructure financing and economic performance in China. *Urban Geography* 31:648-667.

Table 1. Variable definitions

Variable	Definition
<i>FloodCity_k</i>	地理距离虚拟变量，城投债发行地级市在发生洪水流域 k 公里范围内取 1，在 k 公里至 $2k$ 公里范围内取 0。
<i>StationCity_k</i>	地理距离虚拟变量，城投债发行地级市在 水文站 k 公里范围内取 1，在 k 公里至 $2k$ 公里范围内取 0。
<i>LnRainStorm</i>	当地降雨量，城投债发行日前 180 天所在地区降雨量的中位数，加一取对数。
<i>LnRainUpReach_k</i>	上游地区降雨量，城投债发行日前 180 天内河流中上游河段 k 千米范围内所有地区降雨量的中位数加一取对数。
<i>FloodAttention</i>	洪水百度指数，地区城投债发行日前 180 天“洪水”的百度指数的中位数，再加一取对数。
<i>Subtropics</i>	地区所处气候带的虚拟变量，当发债地区位于中国气候带的亚热带地区时取 1，否则为 0。气候带区划数据来源于中国科学院地理科学与资源研究所。
<i>ReserviorStorage</i>	平均水库库容，发债地区所在省份当年的水库总库容/水库总座数
<i>LargeRiverRunoff_k</i>	分组变量，剔除径流量值 (<i>RiverRunoff_k</i>) 为零的观测值再进行分组，当该值大于中位数时取 1，否则取 0。
<i>ΔGDP</i>	GDP 增速，发行前一季国内生产总值增速
<i>BondSize</i>	债券发行规模对数值
<i>Term</i>	债券期限
<i>CreditEnhance</i>	债券增信方式，虚拟变量，有第三方担保取 1，否则为 0
<i>LocalGDP</i>	发行城投债所在地 GDP 的对数
<i>FinPressure</i>	财政压力，一般预算收入与一般预算支出的比值衡量
<i>FinDevelop</i>	地方金融发展水平，当地金融机构贷款总额与地方经济总量的比值
<i>Population</i>	当地人口规模的对数
<i>Year</i>	根据发行年份设置的虚拟变量
<i>Industry</i>	根据发行公司所在行业（Wind 一级行业）设置的虚拟变量
<i>County</i>	根据城投债所在区县设置的虚拟变量

City

根据城投债所在地级市设置的虚拟变量

Table 2. Summary statistics

VarName	Mean	SD	Min	Max	P25	Median	P75	Obs
Panel A: 地级市主要变量								
CreditSpread	2.619	1.090	0.170	7.183	1.772	2.550	3.394	4663
DiffNumFlood ₅	0.224	1.349	-5.000	6.000	-0.750	0.000	1.000	4663
DiffNumFlood ₁₀	0.257	1.517	-5.000	6.000	-0.750	0.000	1.000	4663
DiffNumFlood ₂₀	0.244	1.624	-5.250	6.500	-0.750	0.000	1.000	4663
DiffNumFlood ₃₀	0.283	1.795	-6.000	7.000	-1.000	0.000	1.500	4663
DiffNumFlood ₄₀	0.341	2.128	-6.000	8.000	-1.250	0.000	1.500	4663
DiffNumFlood ₅₀	0.385	2.283	-6.000	8.250	-1.250	0.000	1.750	4663
DiffNumFlood ₆₀	0.421	2.486	-6.250	9.000	-1.250	0.000	2.000	4663
LnRainStorm	2.205	0.761	0.343	4.029	1.662	2.320	2.757	4663
LnRainUpReach ₃	1.115	0.195	0.566	2.446	1.001	1.092	1.185	2956
LnRainUpReach ₁₀	1.121	0.206	0.581	2.538	1.000	1.091	1.192	2862
LnRainUpReach ₂₀	1.116	0.210	0.551	2.543	0.993	1.090	1.192	2932
LnRainUpReach ₃₀	1.122	0.229	0.558	2.685	0.990	1.090	1.197	2948
LnRainUpReach ₄₀	1.121	0.232	0.557	2.738	0.996	1.089	1.199	3115
LnRainUpReach ₅₀	1.122	0.236	0.554	2.985	0.991	1.088	1.203	3406
LnRainUpReach ₆₀	1.125	0.230	0.570	2.927	0.989	1.097	1.218	3694
FloodAttention	6.312	0.246	5.447	6.889	6.151	6.314	6.504	4663
Subtropics	0.716	0.451	0.000	1.000	0.000	1.000	1.000	4650
ReserviorStorage	0.076	0.077	0.028	1.575	0.034	0.037	0.102	4663
ΔGDP	1.642	0.185	1.400	2.400	1.500	1.600	1.800	4663
BondSize	11.113	0.607	6.908	12.899	10.820	11.156	11.513	4663
Term	4.004	2.382	0.041	18.000	2.000	5.000	5.000	4663
CreditEnhance	0.091	0.288	0.000	1.000	0.000	0.000	0.000	4663
LocalGDP	17.136	0.730	14.568	19.075	16.610	17.186	17.613	4663
Population	6.069	0.529	3.182	7.138	5.762	6.156	6.384	4663
FinPressure	0.559	0.223	0.075	1.116	0.385	0.520	0.715	4663
FinDevelop	0.931	0.309	0.118	3.064	0.712	0.898	1.078	4663
Panel B: 河流信息								
RiverLevel	1.702	1.017	1.000	5.000	1.000	1.000	2.000	285
LnRiverRunoff	5.000	1.551	2.197	9.136	3.650	5.112	6.350	44
LnRiverAera	10.804	1.363	8.726	14.408	9.808	10.646	11.635	44

Table 3. 地级市城投债发行利差与所在市洪水状况的关系

***, **, *分别表示在 1%, 5%, 10%水平上显著。在地级市层面进行聚类

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread
DiffNumFlood ₅	0.031** (2.11)						
DiffNumFlood ₁₀		0.030** (2.37)					
DiffNumFlood ₂₀			0.028** (2.38)				
DiffNumFlood ₃₀				0.027*** (2.72)			
DiffNumFlood ₄₀					0.024*** (2.89)		
DiffNumFlood ₅₀						0.016* (1.89)	
DiffNumFlood ₆₀							0.018** (2.17)
LnRiverLevel	0.181* (1.89)	0.164 (1.57)	0.118 (1.11)	0.041 (0.30)	-0.126 (-0.82)	-0.127 (-0.81)	-0.192 (-1.22)
LnRiverAera	-0.023*** (-2.79)	-0.021** (-2.38)	-0.020** (-2.21)	-0.018* (-1.89)	-0.008 (-0.80)	-0.011 (-1.07)	-0.011 (-1.06)
ΔGDP	-0.530*** (-4.83)	-0.532*** (-4.86)	-0.534*** (-4.86)	-0.535*** (-4.88)	-0.531*** (-4.85)	-0.536*** (-4.84)	-0.537*** (-4.85)
BondSize	-0.186*** (-6.56)	-0.186*** (-6.59)	-0.187*** (-6.62)	-0.186*** (-6.56)	-0.187*** (-6.62)	-0.186*** (-6.55)	-0.186*** (-6.54)
Term	0.103*** (10.53)	0.103*** (10.53)	0.103*** (10.53)	0.103*** (10.55)	0.104*** (10.64)	0.103*** (10.68)	0.103*** (10.69)
CreditEnhance	0.025 (0.37)	0.022 (0.33)	0.021 (0.31)	0.024 (0.35)	0.023 (0.34)	0.023 (0.34)	0.024 (0.36)
LocalGDP	-1.392*** (-4.60)	-1.399*** (-4.63)	-1.388*** (-4.57)	-1.383*** (-4.50)	-1.389*** (-4.48)	-1.378*** (-4.45)	-1.395*** (-4.51)
Population	-1.640 (-1.44)	-1.682 (-1.45)	-1.695 (-1.44)	-1.716 (-1.42)	-1.804 (-1.43)	-1.793 (-1.44)	-1.792 (-1.44)
FinPressure	-0.211 (-0.53)	-0.229 (-0.58)	-0.264 (-0.68)	-0.299 (-0.79)	-0.315 (-0.81)	-0.368 (-0.94)	-0.350 (-0.89)
FinDevelop	-0.021 (-0.09)	-0.004 (-0.02)	0.007 (0.03)	0.009 (0.04)	0.013 (0.05)	0.018 (0.07)	0.006 (0.03)
Year	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Industry	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
City	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Constant	33.788*** (5.73)	34.047*** (5.75)	33.951*** (5.70)	34.103*** (5.60)	34.656*** (5.69)	34.504*** (5.67)	34.888*** (5.75)
Observations	4663	4663	4663	4663	4663	4663	4663

Adjusted R ²	0.499	0.499	0.498	0.498	0.497	0.497	0.497
-------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Table 4. 稳健性检验

***, **, * 分别表示在1%, 5%, 10%水平上显著。方程在地级市层面进行聚类

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread
Panel A: 所在地区城投债发行前一年 (-1<=year<0) 的洪水次数减去发行前一年至前四年 (-4<=year<-1) 的平均洪水次数。							
DiffNumFlood ₅	0.027*						
	(1.72)						
DiffNumFlood ₁₀		0.024*					
		(1.84)					
DiffNumFlood ₂₀			0.025**				
			(2.01)				
DiffNumFlood ₃₀				0.025**			
				(2.24)			
DiffNumFlood ₄₀					0.024**		
					(2.25)		
DiffNumFlood ₅₀						0.013	
						(1.26)	
DiffNumFlood ₆₀							0.010
							(1.07)
Controls	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Year	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Industry	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
City	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Observations	4663	4663	4663	4663	4663	4663	4663
Adjusted R ²	0.498	0.497	0.497	0.497	0.496	0.496	0.497

Panel B: 所在地区城投债发行前两年 (-2<=year<0) 的洪水次数减去发行前两年至前四年 (-4<=year<-2) 的洪水次数。							
DiffNumFlood ₅	0.022**						
	(2.23)						
DiffNumFlood ₁₀		0.022***					
		(2.81)					
DiffNumFlood ₂₀			0.019***				
			(2.60)				
DiffNumFlood ₃₀				0.019***			
				(3.03)			
DiffNumFlood ₄₀					0.018***		
					(3.19)		
DiffNumFlood ₅₀						0.012*	
						(1.88)	
DiffNumFlood ₆₀							0.011**
Controls	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Year	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Industry	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES

City	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Observations	4663	4663	4663	4663	4663	4663	4663
Adjusted R ²	0.497	0.497	0.497	0.497	0.497	0.497	0.498

Panel C: 剔除长江黄河，再统计洪水次数。

DiffNumFlood ₅	0.027*						
	(1.95)						
DiffNumFlood ₁₀		0.029**					
		(2.43)					
DiffNumFlood ₂₀			0.030***				
			(2.63)				
DiffNumFlood ₃₀				0.029***			
				(2.96)			
DiffNumFlood ₄₀					0.028***		
					(3.08)		
DiffNumFlood ₅₀						0.019**	
						(2.11)	
DiffNumFlood ₆₀							0.020**
							(2.44)
Controls	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Year	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Industry	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
City	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Observations	4663	4663	4663	4663	4663	4663	4663
Adjusted R ²	0.498	0.498	0.498	0.498	0.498	0.497	0.497

Table 5. 地级市城投债发行利差——基于河流的地理断点回归

***, **, * 分别表示在 1%, 5%, 10% 水平上显著。在地级市层面进行聚类

	(1) CreditSpread	(2) CreditSpread	(3) CreditSpread	(4) CreditSpread
FloodCity ₂₀	1.259*** (2.64)			
FloodCity ₃₀		4.721*** (2.88)		
FloodCity ₄₀			4.610*** (2.83)	
FloodCity ₅₀				4.441*** (2.81)
LnRiverLevel	0.138 (1.26)	0.151 (1.39)	0.056 (0.30)	0.122 (0.54)
LnRiverAera	-0.015 (-1.49)	-0.016 (-1.50)	-0.022* (-1.71)	-0.037*** (-3.17)
ΔGDP	-0.521*** (-4.37)	-0.509*** (-4.39)	-0.504*** (-4.29)	-0.522*** (-4.53)
BondSize	-0.192*** (-6.21)	-0.186*** (-6.15)	-0.182*** (-5.95)	-0.181*** (-6.14)
Term	0.103*** (9.92)	0.104*** (10.17)	0.106*** (10.28)	0.106*** (10.45)
CreditEnhance	0.039 (0.55)	0.027 (0.38)	0.034 (0.48)	0.031 (0.45)
LocalGDP	-1.435*** (-4.65)	-1.428*** (-4.69)	-1.400*** (-4.54)	-1.376*** (-4.54)
Population	-1.787 (-1.46)	-1.850 (-1.48)	-1.846 (-1.49)	-1.766 (-1.48)
FinPressure	-0.441 (-1.10)	-0.339 (-0.82)	-0.370 (-0.93)	-0.412 (-1.08)
FinDevelop	0.039 (0.16)	0.027 (0.11)	-0.023 (-0.09)	-0.049 (-0.20)
Year	YES	YES	YES	YES
Industry	YES	YES	YES	YES
City	YES	YES	YES	YES
Constant	37.619*** (5.44)	35.081*** (5.84)	34.858*** (5.79)	34.360*** (5.81)
Observations	4174	4317	4360	4474
Adjusted R ²	0.495	0.496	0.497	0.500

Table 6 区县级城投债发行利差与所在区县洪水次数的关系

***, **, *分别表示在 1%, 5%, 10%水平上显著。在区县层面进行聚类

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread
DiffNumFlood ₅	0.098*** (2.82)						
DiffNumFlood ₁₀		0.081*** (2.64)					
DiffNumFlood ₂₀			0.099*** (3.79)				
DiffNumFlood ₃₀				0.098*** (3.94)			
DiffNumFlood ₄₀					0.073*** (3.50)		
DiffNumFlood ₅₀						0.064*** (3.52)	
DiffNumFlood ₆₀							0.065*** (3.92)
LnRiverLevel	-0.245 (-1.51)	-0.131 (-0.84)	-0.088 (-0.69)	0.001 (0.01)	0.154 (0.91)	0.057 (0.34)	0.224 (1.36)
LnRiverAera	-0.005 (-0.35)	-0.019 (-1.28)	-0.029*** (-2.69)	-0.028*** (-3.13)	-0.029*** (-3.36)	-0.026*** (-3.11)	-0.027*** (-3.33)
ΔGDP	-0.440*** (-3.51)	-0.418*** (-3.37)	-0.413*** (-3.38)	-0.432*** (-3.45)	-0.435*** (-3.48)	-0.430*** (-3.39)	-0.443*** (-3.50)
BondSize	-0.152*** (-3.62)	-0.150*** (-3.55)	-0.150*** (-3.55)	-0.150*** (-3.58)	-0.149*** (-3.51)	-0.151*** (-3.53)	-0.150*** (-3.48)
Term	0.060*** (4.23)	0.060*** (4.29)	0.059*** (4.21)	0.059*** (4.17)	0.059*** (4.10)	0.058*** (4.07)	0.059*** (4.07)
CreditEnhance	-0.124* (-1.65)	-0.121 (-1.60)	-0.114 (-1.51)	-0.125* (-1.66)	-0.139* (-1.89)	-0.137* (-1.85)	-0.135* (-1.84)
LocalGDP	0.036 (0.13)	0.012 (0.04)	-0.014 (-0.05)	-0.071 (-0.25)	-0.091 (-0.31)	-0.024 (-0.08)	-0.075 (-0.28)
Population	-1.711** (-2.12)	-1.634** (-2.13)	-1.488* (-1.92)	-1.138 (-1.55)	-1.221 (-1.56)	-1.329* (-1.74)	-1.137 (-1.52)
FinPressure	-0.327 (-1.40)	-0.342 (-1.49)	-0.410* (-1.77)	-0.439* (-1.87)	-0.377 (-1.59)	-0.407* (-1.74)	-0.388* (-1.67)
FinDevelop	0.116 (0.58)	0.095 (0.47)	0.113 (0.55)	0.117 (0.59)	0.093 (0.46)	0.101 (0.51)	0.078 (0.40)
Year	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Industry	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
County	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Constant	17.064*** (3.73)	16.904*** (3.75)	16.522*** (3.75)	15.420*** (3.52)	15.908*** (3.51)	15.601*** (3.51)	15.203*** (3.40)
Observations	3012	3012	3012	3012	3012	3012	3012

Adjusted R ²	0.577	0.578	0.581	0.581	0.581	0.581	0.584
-------------------------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Table 7. 地级市当地城投债发行前 180 天降雨量的影响

***, **, * 分别表示在 1%, 5%, 10% 水平上显著。方程在地级市层面进行聚类

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread
LnRainStorm*DiffNumFlood ₅	0.034** (2.19)						
DiffNumFlood ₅	-0.047 (-1.29)						
LnRainStorm*DiffNumFlood ₁₀		0.028** (2.16)					
DiffNumFlood ₁₀		-0.035 (-1.17)					
LnRainStorm*DiffNumFlood ₂₀			0.030** (2.47)				
DiffNumFlood ₂₀			-0.041 (-1.50)				
LnRainStorm*DiffNumFlood ₃₀				0.026** (2.44)			
DiffNumFlood ₃₀				-0.033 (-1.42)			
LnRainStorm*DiffNumFlood ₄₀					0.024** (2.31)		
DiffNumFlood ₄₀					-0.031 (-1.32)		
LnRainStorm*DiffNumFlood ₅₀						0.019** (2.01)	
DiffNumFlood ₅₀						-0.028 (-1.30)	
LnRainStorm*DiffNumFlood ₆₀							0.020** (2.20)
DiffNumFlood ₆₀							-0.029 (-1.41)
LnRainStorm	-0.149*** (-5.88)	-0.148*** (-5.70)	-0.147*** (-5.67)	-0.145*** (-5.54)	-0.150*** (-5.55)	-0.151*** (-5.63)	-0.150*** (-5.63)
LnRiverLevel	0.185* (1.96)	0.164 (1.56)	0.124 (1.14)	0.052 (0.38)	-0.132 (-0.89)	-0.123 (-0.81)	-0.178 (-1.13)
LnRiverAera	-0.021** (-2.58)	-0.018** (-2.06)	-0.018* (-1.92)	-0.015 (-1.63)	-0.007 (-0.65)	-0.009 (-0.90)	-0.009 (-0.91)
ΔGDP	-0.152 (-1.17)	-0.158 (-1.22)	-0.161 (-1.24)	-0.165 (-1.28)	-0.158 (-1.26)	-0.154 (-1.21)	-0.164 (-1.30)
BondSize	-0.187*** (-6.66)	-0.188*** (-6.69)	-0.188*** (-6.70)	-0.187*** (-6.65)	-0.188*** (-6.70)	-0.187*** (-6.64)	-0.187*** (-6.64)
Term	0.101*** (10.40)	0.101*** (10.41)	0.101*** (10.41)	0.102*** (10.44)	0.102*** (10.55)	0.101*** (10.55)	0.101*** (10.56)

CreditEnhance	0.024 (0.35)	0.022 (0.32)	0.021 (0.31)	0.023 (0.33)	0.024 (0.35)	0.023 (0.35)	0.024 (0.36)
LocalGDP	-1.336*** (-4.44)	-1.344*** (-4.46)	-1.327*** (-4.39)	-1.317*** (-4.29)	-1.319*** (-4.25)	-1.313*** (-4.24)	-1.321*** (-4.26)
Population	-1.701 (-1.44)	-1.748 (-1.46)	-1.756 (-1.45)	-1.779 (-1.43)	-1.867 (-1.44)	-1.865 (-1.45)	-1.867 (-1.45)
FinPressure	-0.205 (-0.53)	-0.223 (-0.58)	-0.258 (-0.68)	-0.300 (-0.80)	-0.327 (-0.85)	-0.378 (-0.97)	-0.360 (-0.92)
FinDevelop	-0.013 (-0.05)	0.007 (0.03)	0.015 (0.06)	0.018 (0.08)	0.030 (0.12)	0.031 (0.12)	0.024 (0.10)
Year	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Industry	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
City	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Constant	32.717*** (5.39)	33.016*** (5.42)	32.813*** (5.36)	32.874*** (5.25)	33.400*** (5.32)	33.326*** (5.33)	33.608*** (5.39)
Observations	4663	4663	4663	4663	4663	4663	4663
Adjusted R ²	0.504	0.504	0.504	0.504	0.503	0.502	0.503

Table 8. 地级市城投债发行利差与上游地级市发行前180天降雨量的关系

***, **, *分别表示在 1%, 5%, 10%水平上显著。方程在地级市层面进行聚类

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread
	d	d	d	d	d	d	d
LnRainUpReach ₅ *DiffNumFlood ₅	0.030 (1.48)						
DiffNumFlood ₅	-0.037 (-0.69)						
LnRainUpReach ₅	-0.159*** (-5.31)						
LnRainUpReach ₁₀ *DiffNumFlood ₁₀		0.030* (1.75)					
DiffNumFlood ₁₀		-0.040 (-0.86)					
LnRainUpReach ₁₀		-0.153*** (-5.03)					
LnRainUpReach ₂₀ *DiffNumFlood ₂₀			0.039** (2.62)				
DiffNumFlood ₂₀			-0.062 (-1.55)				
LnRainUpReach ₂₀			-0.157*** (-5.24)				
LnRainUpReach ₃₀ *DiffNumFlood ₃₀				0.033** (2.58)			
DiffNumFlood ₃₀				-0.046 (-1.34)			
LnRainUpReach ₃₀				-0.150*** (-4.88)			
LnRainUpReach ₄₀ *DiffNumFlood ₄₀					0.032*** (2.89)		
DiffNumFlood ₄₀					-0.047 (-1.54)		
LnRainUpReach ₄₀					-0.162*** (-5.51)		
LnRainUpReach ₅₀ *DiffNumFlood ₅₀						0.029*** (2.81)	
DiffNumFlood ₅₀						-0.046* (-1.71)	
LnRainUpReach ₅₀						-0.151*** (-5.02)	
LnRainUpReach ₆₀ *DiffNumFlood ₆₀							0.029*** (2.78)
DiffNumFlood ₆₀							-0.045*

							(-1.72)
LnRainUpReach ₆₀							-0.144***
							(-4.99)
LnRiverLevel	0.289***	0.281***	0.230**	0.187	0.003	-0.062	-0.077
	(3.70)	(2.92)	(2.48)	(1.51)	(0.02)	(-0.37)	(-0.45)
LnRiverAera	-0.023***	-0.021**	-0.023***	-0.020**	-0.008	-0.010	-0.011
	(-3.44)	(-2.60)	(-2.64)	(-2.47)	(-0.79)	(-1.00)	(-1.01)
ΔGDP	-0.087	-0.058	-0.053	-0.097	-0.101	-0.108	-0.121
	(-0.54)	(-0.34)	(-0.32)	(-0.58)	(-0.66)	(-0.70)	(-0.85)
BondSize	-0.205***	-0.197***	-0.195***	-0.197***	-0.191***	-0.197***	-0.193***
	(-5.43)	(-5.11)	(-5.39)	(-5.35)	(-5.50)	(-5.76)	(-6.02)
Term	0.098***	0.097***	0.092***	0.095***	0.098***	0.098***	0.097***
	(8.54)	(7.96)	(7.96)	(8.24)	(9.27)	(9.43)	(9.15)
CreditEnhance	0.058	0.058	0.064	0.065	0.090	0.070	0.055
	(0.60)	(0.61)	(0.70)	(0.73)	(1.08)	(0.87)	(0.69)
LocalGDP	-1.674***	-1.659***	-1.490***	-1.554***	-1.380***	-1.298***	-1.320***
	(-4.69)	(-4.51)	(-3.95)	(-4.13)	(-3.72)	(-3.45)	(-3.63)
Population	-1.264	-1.276	-1.190	-1.161	-1.309	-1.392	-1.492
	(-1.21)	(-1.23)	(-1.16)	(-1.14)	(-1.18)	(-1.18)	(-1.25)
FinPressure	-0.587	-0.692	-0.343	-0.709	-0.906*	-0.636	-0.586
	(-1.15)	(-1.34)	(-0.68)	(-1.48)	(-1.91)	(-1.28)	(-1.21)
FinDevelop	-0.365	-0.334	-0.030	-0.200	-0.036	-0.023	-0.079
	(-1.09)	(-0.90)	(-0.10)	(-0.56)	(-0.11)	(-0.07)	(-0.26)
Year	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Industry	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
City	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Constant	41.280***	38.424***	35.829***	33.685***	31.752***	31.008***	31.890***
	(5.02)	(5.09)	(4.41)	(5.02)	(4.74)	(4.47)	(4.72)
Observations	2956	2862	2932	2948	3115	3406	3694
Adjusted R ²	0.491	0.485	0.493	0.491	0.500	0.493	0.491

Table 9. 市城投债与所在省水利设施的关系

***, **, *分别表示在 1%, 5%, 10%水平上显著。方程在城市层面进行聚类

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread
ReserviorStorage*DiffNumFlood ₅	-0.226 (-1.40)						
DiffNumFlood ₅	0.047** (2.38)						
ReserviorStorage*DiffNumFlood ₁₀		-0.224 (-1.59)					
DiffNumFlood ₁₀		0.045*** (2.80)					
ReserviorStorage*DiffNumFlood ₂₀			-0.225* (-1.71)				
DiffNumFlood ₂₀			0.043*** (2.96)				
ReserviorStorage*DiffNumFlood ₃₀				-0.222* (-1.96)			
DiffNumFlood ₃₀				0.042*** (3.51)			
ReserviorStorage*DiffNumFlood ₄₀					-0.225** (-2.56)		
DiffNumFlood ₄₀					0.039*** (3.77)		
ReserviorStorage*DiffNumFlood ₅₀						-0.210** (-2.27)	
DiffNumFlood ₅₀						0.031*** (2.69)	
ReserviorStorage*DiffNumFlood ₆₀							-0.225** (-2.54)
DiffNumFlood ₆₀							0.033*** (3.16)
ReserviorStorage	-0.482 (-0.35)	-0.502 (-0.37)	-0.388 (-0.28)	-0.297 (-0.21)	-0.238 (-0.18)	-0.361 (-0.27)	-0.284 (-0.21)
LnRiverLevel	0.183* (1.90)	0.167 (1.59)	0.122 (1.14)	0.047 (0.34)	-0.118 (-0.76)	-0.113 (-0.71)	-0.177 (-1.11)
LnRiverAera	-0.023*** (-2.79)	-0.021** (-2.38)	-0.020** (-2.19)	-0.017* (-1.87)	-0.008 (-0.78)	-0.010 (-1.04)	-0.010 (-0.99)
Δ GDP	-0.529*** (-4.84)	-0.531*** (-4.88)	-0.533*** (-4.88)	-0.532*** (-4.89)	-0.528*** (-4.84)	-0.531*** (-4.82)	-0.532*** (-4.81)
BondSize	-0.187*** (-6.62)	-0.188*** (-6.65)	-0.188*** (-6.67)	-0.187*** (-6.60)	-0.188*** (-6.69)	-0.188*** (-6.63)	-0.188*** (-6.64)
Term	0.103*** (10.45)	0.103*** (10.46)	0.103*** (10.45)	0.103*** (10.47)	0.104*** (10.55)	0.103*** (10.59)	0.103*** (10.59)

CreditEnhance	0.025 (0.37)	0.022 (0.32)	0.021 (0.31)	0.024 (0.35)	0.022 (0.33)	0.022 (0.33)	0.023 (0.34)
LocalGDP	-1.395*** (-4.54)	-1.401*** (-4.55)	-1.389*** (-4.48)	-1.372*** (-4.37)	-1.384*** (-4.39)	-1.378*** (-4.38)	-1.400*** (-4.48)
Population	-1.649 (-1.44)	-1.691 (-1.46)	-1.699 (-1.44)	-1.720 (-1.43)	-1.805 (-1.44)	-1.795 (-1.44)	-1.784 (-1.44)
FinPressure	-0.159 (-0.39)	-0.176 (-0.44)	-0.205 (-0.52)	-0.242 (-0.63)	-0.251 (-0.64)	-0.301 (-0.76)	-0.258 (-0.65)
FinDevelop	-0.017 (-0.07)	-0.000 (-0.00)	0.000 (0.00)	-0.002 (-0.01)	-0.007 (-0.03)	-0.002 (-0.01)	-0.019 (-0.08)
Year	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Industry	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
City	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Constant	33.996*** (5.59)	34.267*** (5.60)	34.107*** (5.55)	34.046*** (5.45)	34.665*** (5.58)	34.624*** (5.57)	34.976*** (5.66)
Observations	4663	4663	4663	4663	4663	4663	4663
Adjusted R ²	0.499	0.499	0.499	0.498	0.498	0.497	0.498

Table 10. 地级市城投债发行利差——基于水文站的地理断点回归

***, **, * 分别表示在 1%, 5%, 10% 水平上显著。在地级市层面进行聚类

	(1)	(2)	(3)	(4)
	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread
StationCity ₂₀	-2.758*** (-2.84)			
StationCity ₃₀		-4.171*** (-2.94)		
StationCity ₄₀			-4.231*** (-2.88)	
StationCity ₅₀				-6.039** (-2.27)
LnRiverLevel	0.091 (0.39)	0.100 (0.86)	0.081 (0.42)	0.112 (0.49)
LnRiverAera	-0.004 (-0.31)	-0.013 (-1.28)	-0.020* (-1.72)	-0.030** (-2.57)
ΔGDP	-0.589*** (-5.01)	-0.567*** (-5.34)	-0.510*** (-4.47)	-0.520*** (-4.58)
BondSize	-0.167*** (-5.67)	-0.167*** (-6.45)	-0.164*** (-6.43)	-0.162*** (-6.54)
Term	0.097*** (8.98)	0.103*** (10.69)	0.099*** (10.04)	0.099*** (10.19)
CreditEnhance	0.058 (0.79)	0.071 (1.09)	0.056 (0.87)	0.060 (0.94)
LocalGDP	-1.357*** (-4.24)	-1.389*** (-4.52)	-1.320*** (-4.32)	-1.274*** (-4.13)
Population	-1.779 (-1.46)	-1.753 (-1.44)	-1.876 (-1.49)	-1.805 (-1.49)
FinPressure	-0.279 (-0.62)	-0.177 (-0.40)	-0.270 (-0.66)	-0.308 (-0.78)
FinDevelop	0.051 (0.21)	-0.019 (-0.08)	0.013 (0.05)	-0.003 (-0.01)
Year	YES	YES	YES	YES
Industry	YES	YES	YES	YES
City	YES	YES	YES	YES
Constant	36.553*** (5.35)	38.154*** (5.35)	37.807*** (5.12)	38.766*** (4.69)
Observations	3531	4283	4453	4505
Adjusted R ²	0.515	0.510	0.502	0.504

Table 11. 地级市城投债发行利差与洪水径流量的关系——异质分析

***, **, *分别表示在 1%, 5%, 10%水平上显著。在区县层面进行聚类

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	CreditSprea d	CreditSprea d	CreditSprea d	CreditSprea d	CreditSprea d	CreditSprea d	CreditSprea d
Panel A: 剔除径流量值 ($RiverRunoff_k$) 为零的观测值, 再根据径流量以中位数进行分组。							
LargeRiverRunoff ₅ *DiffNumFlood ₅	0.131*** (4.63)						
LargeRiverRunoff ₁₀ *DiffNumFlood ₁₀		0.088*** (3.11)					
LargeRiverRunoff ₂₀ *DiffNumFlood ₂₀			0.035 (1.27)				
LargeRiverRunoff ₃₀ *DiffNumFlood ₃₀				0.044* (1.73)			
LargeRiverRunoff ₄₀ *DiffNumFlood ₄₀					0.038* (1.71)		
LargeRiverRunoff ₅₀ *DiffNumFlood ₅₀						0.035* (1.74)	
LargeRiverRunoff ₆₀ *DiffNumFlood ₆₀							0.018 (0.97)
DiffNumFlood _k	-0.021 (-1.04)	-0.015 (-0.68)	0.013 (0.54)	0.006 (0.27)	0.003 (0.16)	-0.004 (-0.24)	0.007 (0.41)
LargeRiverRunoff _k	-0.411* (-1.72)	-0.313 (-1.31)	0.428*** (4.33)	0.197 (0.91)	-0.240 (-0.95)	0.105 (0.55)	0.290*** (2.86)
Controls	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Year	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Industry	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
City	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Observations	3016	3152	3396	3461	3694	3804	4000
Adjusted R ²	0.467	0.469	0.473	0.473	0.483	0.480	0.500

Panel B: 保留径流量取值为零的观测值, 将径流量 ($RiverRunoff_k$) 加一取对数再与 $DiffNumFlood_k$ 相乘。

LnRiverRunoff ₅ *DiffNumFlood ₅	0.009* (1.80)						
LnRiverRunoff ₁₀ *DiffNumFlood ₁₀		0.007* (1.65)					
LnRiverRunoff ₂₀ *DiffNumFlood ₂₀			0.011** (2.37)				
LnRiverRunoff ₃₀ *DiffNumFlood ₃₀				0.010** (2.11)			
LnRiverRunoff ₄₀ *DiffNumFlood ₄₀					0.006 (1.56)		
LnRiverRunoff ₅₀ *DiffNumFlood ₅₀						0.005	

						(1.34)	
LnRiverRunoff ₆₀ *DiffNumFlood ₆₀							0.006 (1.60)
DiffNumFlood _k	-0.017 (-0.54)	-0.013 (-0.43)	-0.039 (-1.22)	-0.036 (-1.11)	-0.016 (-0.59)	-0.020 (-0.72)	-0.027 (-0.96)
LnRiverRunoff _k	-0.113 (-1.47)	-0.114 (-1.48)	-0.116* (-1.66)	-0.111 (-1.63)	-0.123 (-1.53)	-0.035 (-0.51)	0.032 (0.51)
Controls	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Year	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Industry	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
City	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Observations	4663	4663	4663	4663	4663	4663	4663
Adjusted R ²	0.500	0.499	0.500	0.500	0.498	0.497	0.498

Table 12. 地级市城投债发行利差与气候带的关系——异质分析

***, **, *分别表示在 1%, 5%, 10%水平上显著。在地级市层面进行聚类

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread
Subtropics*DiffNumFlood ₅	0.090*** (2.78)						
DiffNumFlood ₅	-0.038 (-1.32)						
Subtropics*DiffNumFlood ₁₀		0.087*** (2.88)					
DiffNumFlood ₁₀		-0.039 (-1.43)					
Subtropics*DiffNumFlood ₂₀			0.072** (2.49)				
DiffNumFlood ₂₀			-0.030 (-1.10)				
Subtropics*DiffNumFlood ₃₀				0.061** (1.98)			
DiffNumFlood ₃₀				-0.022 (-0.74)			
Subtropics*DiffNumFlood ₄₀					0.045 (1.51)		
DiffNumFlood ₄₀					-0.013 (-0.44)		
Subtropics*DiffNumFlood ₅₀						0.048** (2.06)	
DiffNumFlood ₅₀						-0.024 (-1.06)	
Subtropics*DiffNumFlood ₆₀							0.036 (1.63)
DiffNumFlood ₆₀							-0.013 (-0.57)
Subtropics	3.974** (2.57)	4.066*** (2.60)	4.362*** (2.75)	4.333*** (2.70)	4.474*** (2.71)	4.419*** (2.70)	4.410*** (2.71)
LnRiverLevel	0.189** (2.02)	0.175* (1.71)	0.127 (1.22)	0.046 (0.34)	-0.120 (-0.78)	-0.123 (-0.79)	-0.166 (-1.03)
LnRiverAera	-0.026*** (-3.08)	-0.023*** (-2.65)	-0.022** (-2.44)	-0.019** (-2.09)	-0.010 (-0.91)	-0.012 (-1.17)	-0.012 (-1.16)
ΔGDP	-0.523*** (-4.75)	-0.527*** (-4.81)	-0.527*** (-4.80)	-0.527*** (-4.82)	-0.526*** (-4.79)	-0.530*** (-4.77)	-0.534*** (-4.80)
BondSize	-0.189*** (-6.72)	-0.189*** (-6.75)	-0.189*** (-6.77)	-0.188*** (-6.68)	-0.189*** (-6.75)	-0.189*** (-6.70)	-0.188*** (-6.64)
Term	0.104*** (10.53)	0.104*** (10.52)	0.104*** (10.52)	0.104*** (10.54)	0.104*** (10.62)	0.103*** (10.68)	0.103*** (10.66)

CreditEnhance	0.019 (0.27)	0.015 (0.22)	0.016 (0.24)	0.019 (0.28)	0.019 (0.28)	0.018 (0.27)	0.021 (0.31)
LocalGDP	-1.395*** (-4.58)	-1.399*** (-4.60)	-1.378*** (-4.49)	-1.363*** (-4.40)	-1.373*** (-4.40)	-1.364*** (-4.38)	-1.377*** (-4.42)
Population	-1.591 (-1.41)	-1.632 (-1.43)	-1.653 (-1.42)	-1.685 (-1.41)	-1.791 (-1.42)	-1.759 (-1.42)	-1.769 (-1.43)
FinPressure	-0.115 (-0.29)	-0.131 (-0.33)	-0.178 (-0.45)	-0.230 (-0.60)	-0.268 (-0.68)	-0.312 (-0.79)	-0.317 (-0.80)
FinDevelop	0.016 (0.06)	0.041 (0.17)	0.039 (0.16)	0.050 (0.21)	0.045 (0.18)	0.045 (0.18)	0.037 (0.15)
Year	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Industry	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
City	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Constant	34.409*** (5.79)	34.692*** (5.84)	34.319*** (5.74)	34.191*** (5.58)	34.758*** (5.67)	34.813*** (5.71)	34.897*** (5.74)
Observations	4650	4650	4650	4650	4650	4650	4650
Adjusted R ²	0.502	0.502	0.501	0.501	0.499	0.499	0.499

Table 13. 地级市城投债发行利差与洪水百度指数的关系

***, **, *分别表示在1%, 5%, 10%水平上显著。在地级市层面进行聚类

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread	CreditSpread
FloodAttention*DiffNumFlood ₅	0.095** (2.05)						
DiffNumFlood ₅	-0.566* (-1.97)						
FloodAttention*DiffNumFlood ₁₀		0.087** (2.46)					
DiffNumFlood ₁₀		-0.519** (-2.35)					
FloodAttention*DiffNumFlood ₂₀			0.106*** (2.90)				
DiffNumFlood ₂₀			-0.640*** (-2.81)				
FloodAttention*DiffNumFlood ₃₀				0.097*** (3.13)			
DiffNumFlood ₃₀				-0.585*** (-3.01)			
FloodAttention*DiffNumFlood ₄₀					0.088*** (3.49)		
DiffNumFlood ₄₀					-0.531*** (-3.37)		
FloodAttention*DiffNumFlood ₅₀						0.070*** (3.00)	

DiffNumFlood ₅₀						-0.426***	
						(-2.94)	
FloodAttention*DiffNumFlood ₆₀							0.067***
							(2.81)
DiffNumFlood ₆₀							-0.403***
							(-2.73)
FloodAttention	-0.547***	-0.551***	-0.556***	-0.560***	-0.567***	-0.564***	-0.569***
	(-5.84)	(-5.94)	(-5.95)	(-5.88)	(-5.92)	(-5.83)	(-5.83)
LnRiverLevel	0.177*	0.158	0.114	0.052	-0.114	-0.098	-0.158
	(1.84)	(1.49)	(1.07)	(0.38)	(-0.74)	(-0.62)	(-0.99)
LnRiverAera	-0.023***	-0.020**	-0.020**	-0.017*	-0.008	-0.011	-0.010
	(-2.79)	(-2.32)	(-2.17)	(-1.86)	(-0.78)	(-1.05)	(-1.04)
ΔGDP	-0.008	-0.014	-0.018	-0.019	-0.020	-0.023	-0.025
	(-0.05)	(-0.08)	(-0.11)	(-0.11)	(-0.12)	(-0.14)	(-0.15)
BondSize	-0.190***	-0.191***	-0.192***	-0.191***	-0.191***	-0.190***	-0.189***
	(-6.74)	(-6.78)	(-6.84)	(-6.76)	(-6.83)	(-6.74)	(-6.73)
Term	0.103***	0.103***	0.103***	0.103***	0.104***	0.103***	0.103***
	(10.59)	(10.59)	(10.63)	(10.65)	(10.80)	(10.78)	(10.81)
CreditEnhance	0.027	0.024	0.023	0.025	0.026	0.026	0.026
	(0.40)	(0.36)	(0.34)	(0.36)	(0.39)	(0.38)	(0.38)
LocalGDP	-1.370***	-1.378***	-1.357***	-1.355***	-1.361***	-1.357***	-1.370***
	(-4.49)	(-4.51)	(-4.41)	(-4.35)	(-4.35)	(-4.34)	(-4.39)
Population	-1.652	-1.689	-1.694	-1.719	-1.801	-1.793	-1.777
	(-1.44)	(-1.46)	(-1.44)	(-1.44)	(-1.45)	(-1.45)	(-1.44)
FinPressure	-0.181	-0.195	-0.232	-0.271	-0.299	-0.346	-0.318
	(-0.46)	(-0.50)	(-0.61)	(-0.72)	(-0.77)	(-0.89)	(-0.82)

FinDevelop	-0.009 (-0.04)	0.016 (0.06)	0.035 (0.15)	0.034 (0.14)	0.037 (0.15)	0.036 (0.14)	0.025 (0.10)
Year	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Industry	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
City	YES	YES	YES	YES	YES	YES	YES
Constant	35.663*** (6.05)	35.955*** (6.07)	35.725*** (6.00)	35.940*** (5.92)	36.541*** (6.02)	36.444*** (6.01)	36.738*** (6.09)
Observations	4663	4663	4663	4663	4663	4663	4663
Adjusted R ²	0.504	0.504	0.504	0.504	0.504	0.503	0.503
