



中国科学院科技战略咨询研究院

Institutes of Science and Development, Chinese Academy of Sciences



# 气候风险的公众意见表达和政府响应 指数构建

孙晓蕾 研究员

合作者： 李龙飞、申怡然、盛莹婕、张大永、姬强

# 汇报提纲

01

研究背景

02

指数构建方法

03

指数可靠性验证

04

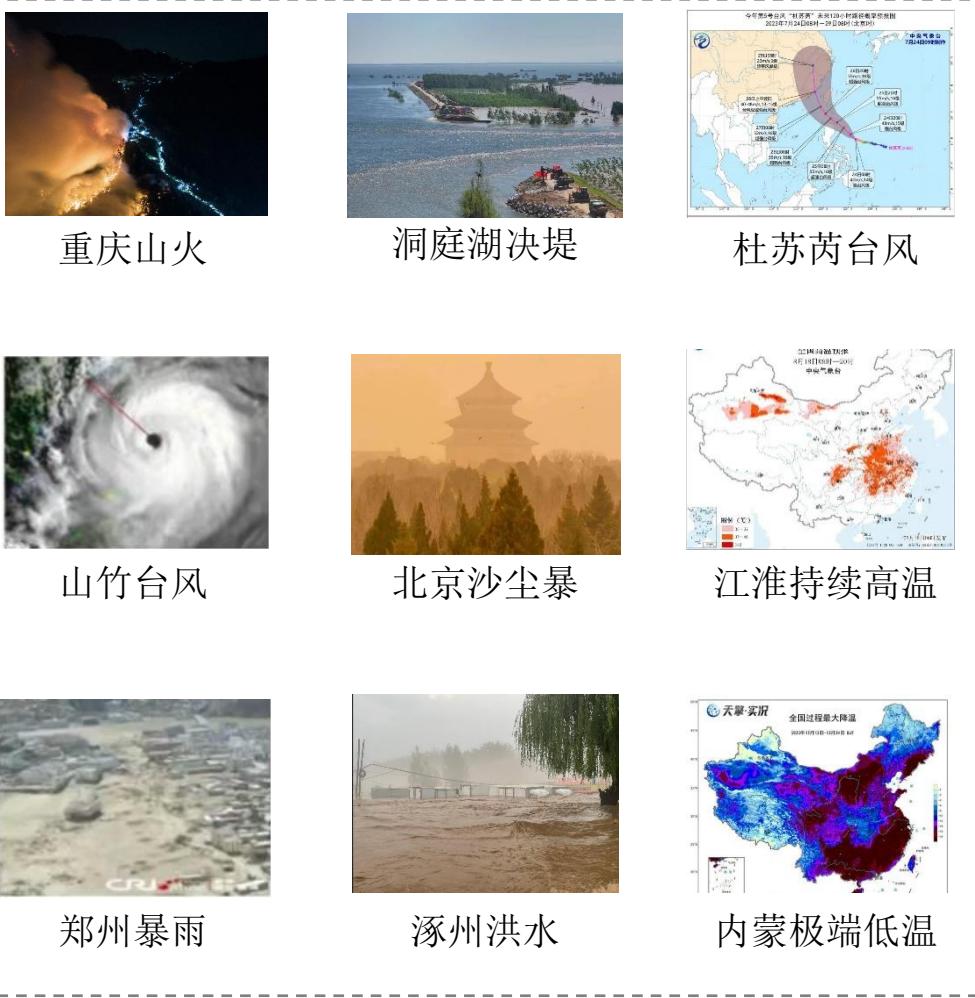
指数应用



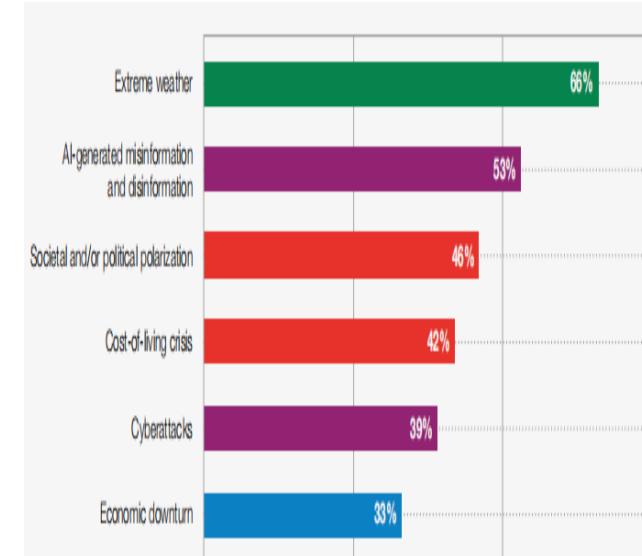
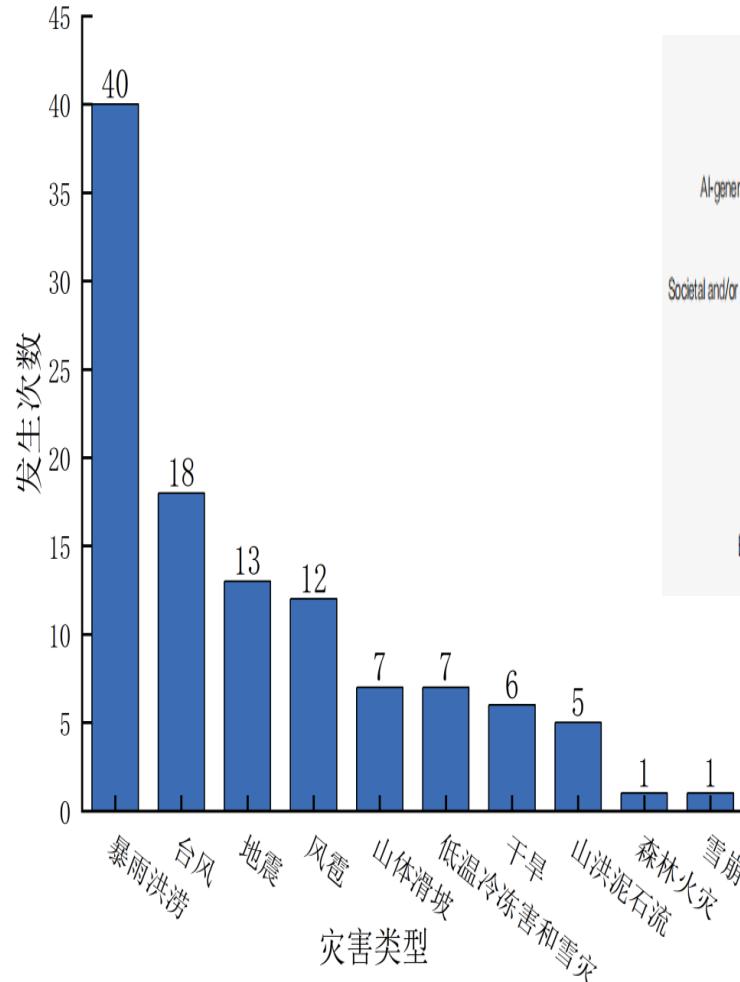
# 研究背景



## 极端气候事件多发频发



## 2015年-2024年10月 我国各类重大自然灾害事件发生次数



Source: The Global Risks Report 2024

# 研究背景



- 极端气候事件的频繁发生对居民生活产生了重大影响，引发了广泛的公众意见表达  
(Kreibich et al., 2022)。

- 通过政府在特定地区处理具体气候风险事件的方式，逐步了解区域气候风险的变化趋势(Petzold et al., 2023)
- 在长期的评估与认知过程中，形成对该地区风险适应能力的整体判断(Anderson et al., 2024)

公众意见表达

政府响应

- 减少气候风险沟通中的信息不对称，增强区域气候适应能力(Bostrom et al., 2019)
- 对于推动以人为本的气候适应行动具有关键意义(Eisenack, et al., 2014; Kenny et al, 2024)

如何量化呢？

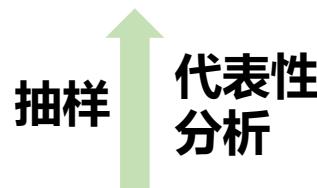
# 研究背景



文献调研

- 风险感知是指人们对某个特定风险的特征和严重性的主观判断和理解 (Anderson et al., 2024) 。

群体意见共识



## 风险感知形式

- 群体风险意见集合/群体风险感知(Public risk opinion/ Public risk perception): 多个个体对某一风险事件或风险源所形成的相对一致或具有代表性的主观看法和态度的集合(Zhou et al., 2025; Seidl, 2013)。
- 公众风险意见表达(Risk expressions of public views): 指公众通过媒体、社交平台、公共听证、问卷调查等渠道, 对特定风险议题所进行的公开意见表达(De Elia et al., 2024; Linkov et al, 2006)。
- 个体风险感知 (Individual risk perception) : 个体基于自身经验、知识和情感, 对特定风险所形成的主观判断 (Jardine & Hrudey, 2006)。

## 风险感知理论

(Slovic et al., 1970)

风险感知并不完全依据风险的实际严重性, 而是受情感、认知偏差、社会文化等多重因素的影响。



损失严重性: 个体对遭受风险事件后果严重程度的主观评估。

情感倾向: 通过影响个体对风险的直观判断, 从而调节风险感知水平。

# 研究背景



文献调研

- 衡量气候风险下公众意见表达强度的核心要素，是公众对事件紧迫性的关注程度以及对损失程度的感知。

- 挑战1：公众对事件紧迫性的关注程度的评估，其准确性需偏差更小的社会文本数据

- 调查问卷和社会媒体数据均被用作收集情感信息的重要数据来源(Kenny et al., 2024; Wu et al., 2023)。
- 社交媒体平台，如Twitter、微博等往往存在数据噪声(Wei et al., 2022)和“回音室效应”(Wang et al., 2022)，可能导致情感信息被扭曲或夸大。



- 挑战2：公众对损失程度感知的评估，难在全面设定关键气候风险术语集

- 问卷调查(Kenny et al., 2024; Lottering et al., 2021)、沿海住房销售数据(Murfin & Spiegel, 2020)、天气预报数据(Pankratz et al., 2023)被广泛用于收集公众对特定气候事件损失评估的代理变量数据。
- 实时社交媒体数据可以动态捕捉公众关于损失的讨论，并量化公众对气候风险损失的感知(Wei et al., 2022; Allan et al., 2020)。

# 研究背景



## 研究目标

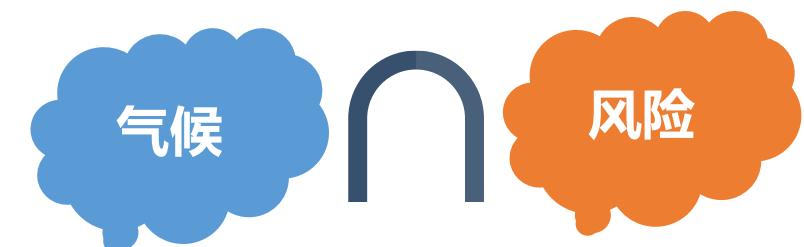
### ■ 关注问题：如何量化？

如何量化公众对气候风险的意见表达强度？



如何构建能捕捉集体性损失关切的“气候风险损失词典”？

如何系统性地衡量政府对公众意见的响应能力？



# 研究背景



研究思路

## ■ 关注问题：如何量化？

挑战1

选择偏差更小的社会文本数据

### ■ 公众对事件紧迫性的关注程度的评估

- “领导留言板” (<https://liuyan.people.com.cn/>) 文本数据
- 记录公民在日常生活和灾害情境中面临的困难与挑战，广告和虚假信息极少(Hu et al., 2023)
- 不涉及转发他人内容，“回音室效应”显著低于微博、Facebook等社交平台(Cinelli et al., 2024)

挑战2

设定关键气候风险术语集

### ■ 公众对损失程度感知的评估

- 词向量嵌入 (word embedding)，识别具有集体代表性的“严重性”表达。
- 同时靠近“气候特征信息”和“风险损失关注信息”的词汇，构建“气候风险公众损失表达字典”。
- 人工阅读与标注验证，确认字典有效捕捉了与气候风险相关的集体性、代表性损失表达。

领导留言板  
Message Board for Leaders

# 指数构建方法

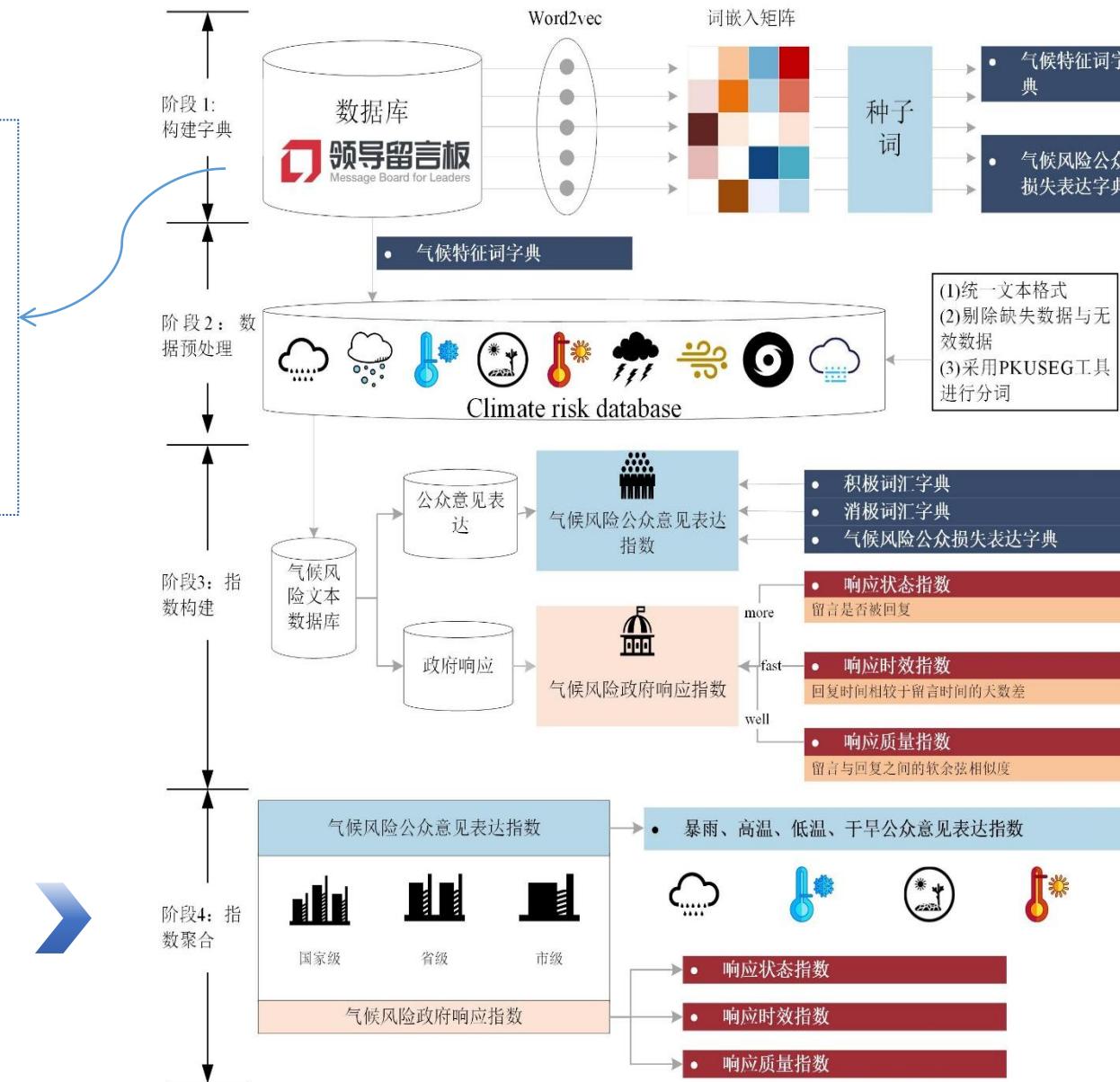


## 构建框架

### 数据基础



- 时间段: 2011.1.1—2023.12.31
- 数据量: 360余万条留言
- 数据源选取理由: 在完全一致的数据来源、时空尺度和语义体系下, 同步量化和分析公众的气候风险公众意见表达强度与政府响应能力。



人工标注对比验证

已有指数对比分析

指数时空特征分布分析

# 指数构建方法



## 数据字段采集

领导留言板 Message Board for Leaders

首页 留言板 人民建议 话题 人民日报读者来信 政企直通车 社会治理 全过程人民民主案例库 凝聚服务群众

当前位置：地方领导 / 四川省 / 四川省委书记于晓晖

兴文县李子关村道路问题 投诉/求助 交通 已办理

用户10\*\*\*\*\*7 留言ID:23511100 2025-07-30 22:41

我是宜宾市兴文县大河苗族乡李子关村村民。现就我组道路长期未硬化、近期因暴雨严重损毁的问题，再次向您求助。周边村组均已铺设水泥路，唯独5组仍为泥巴路，雨天泥泞难行，严重影响村民出行、农产品运输及日常生活。前几日，本村遭遇大暴雨，本就恶劣的泥巴路雪上加霜：多处路段被滑坡的泥土阻断，路面被洪水冲刷出深浅沟壑，行人、车辆根本无法通行。如今，村民买菜、就医、孩子上学都需绕行几公里，种植的农作物也因运输困难堆在地里，日常生活受到极大阻碍。

该留言中含有个人信息或其他不便公开展示的内容，仅办理机构可见。

关注 0

官方回复

中共兴文县委 2025-08-08 16:34

网民朋友：

您好！您在人民网“领导留言板”给省委书记留言反映的事项已收悉，中共兴文县委员会高度重视，立即开展调查处理，现将相关情况回复如下。

经核实，大河苗族乡李子关社区5组现建有1条为混凝土路面的通组公路，路线编码为C224511528，全长2.635公里，起止点为李子关社区村委会至李子关社区入口。您所反映的路段为李子关社区村五组通组道路至您家晒坝的入户路，该路段为泥石路面，涉及常住农户3户。因近段时间强降雨导致该路面被冲毁，给周边群众生产生活带来了不便。目前，李子关社区村已经将此路段隐患情况进行了收集上报，正在安排机械对该路面进行恢复，确保通行安全。

收到您的留言前，您于2025年5月12日通过12345市民热线反映过该诉求，2025年5月14日，大河苗族乡工作人员进行了入户核实。因您外出务工未在家里，所以工作人员就道路硬化相关政策当面与您父母进行沟通解释并取得他们的理解。大河苗族乡李子关社区村已将此路段纳入以工代赈、农村产业路等项目建设范围。目前，李子关社区村正在多渠道对上争取资金，待资金到位后，将立即对该路段进行相应部署。

大河苗族乡人民政府于2025年8月5日与您就当前隐患处置、后续建设计划进行了电话沟通和解释，并取得您的理解。如您还有其他疑问，请致电大河苗族乡人民政府，联系电话：0831-8869001。

感谢您对兴文县工作的理解和支持，祝您生活愉快！

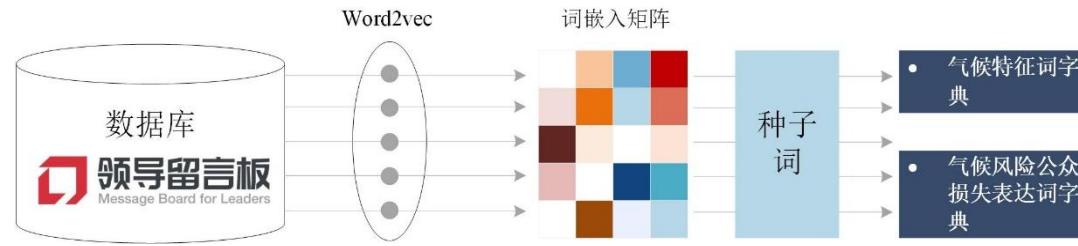
- 留言归属省份
- 留言对象
- 留言标题
- 留言类型：投诉、求助、建言
- 留言领域：城建、医疗、教育、交通、治安、企业、环保、三农、旅游、文娱、金融、政务
- 留言ID
- 留言时间
- 留言内容
- 回复机构
- 回复时间
- 回复内容

可以进一步用于抽取留言所属的地级市信息

# 指数构建方法

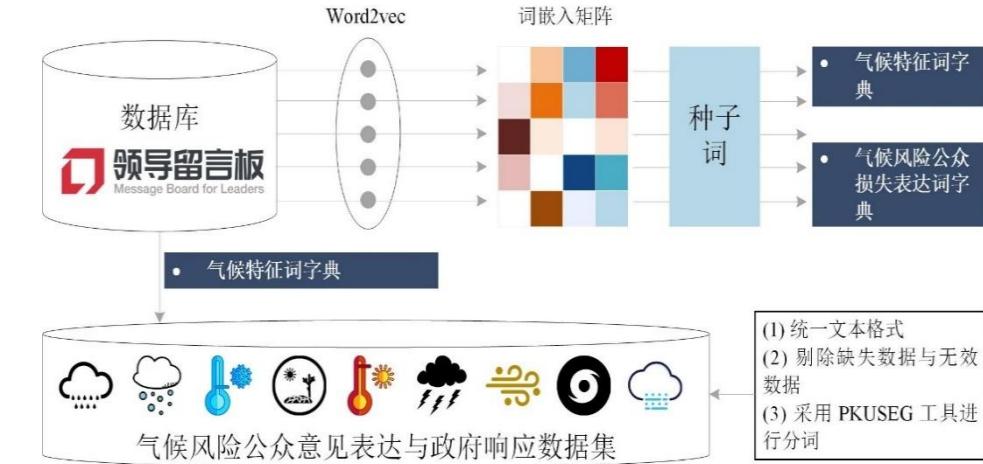


## ■ Step1：构建字典



- 将2011年1月至2023年12月期间领导留言板上的所有留言及其对应的回复输入词向量空间中
- 气候特征词字典**采用《中国气象灾害年鉴》中九类气候事件词语<sup>1</sup>，在词向量空间计算语义距离最近的词语，经人工筛选
- 气候风险公众损失表达字典**通过计算“风险”<sup>2</sup>与“气候特征词”组合向量之间的语义距离最近的词语，经人工筛选
- 情感字典**来源于百度、哈尔滨工业大学、姜富伟等（2019）以及马锋等（2023）的情感字典整合得出

## ■ Step2：构建基础数据集



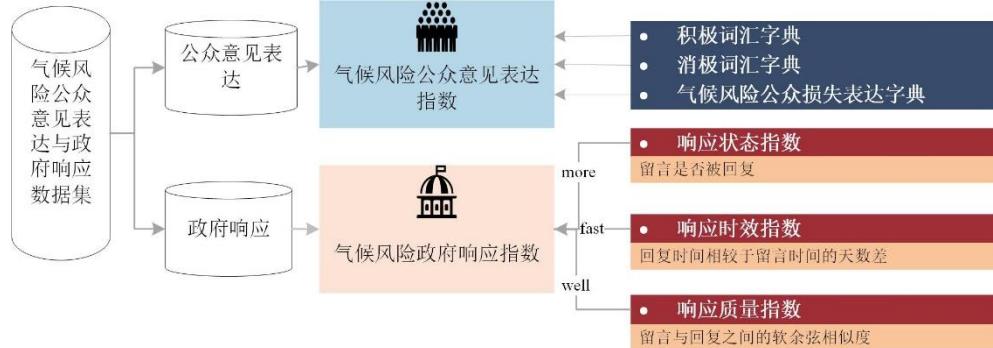
- 通过气候特征词字典筛选领导留言板原始数据库
- 抽出气候相关的留言数据222923条
- 通过文本清洗、无效数据剔除、文本分词步骤构建指数数据集

1.九类气候事件：暴雨、冰雹、低温、干旱、高温、雷电、沙尘暴、台风和雾霾；2.风险词汇来源于Loughran & McDonald (2011)

# 指数构建方法



## ■ Step3：指数计算



- **气候风险公众意见表达指数：**留言中公众的损失感知表达严重性和情感倾向加权得出的

$$\text{expression}_{n,t} = 100 \times \left( \frac{RW_{n,t}}{TW_{n,t}} \right) \times \left( \frac{NW_{n,t} - PW_{n,t}}{NW_{n,t} + PW_{n,t}} + 1 \right) / 2$$

$RW_{n,t}$  表示第  $t$  天第  $n$  条留言中的损失判断词的个数

$\left( \frac{NW_{n,t} - PW_{n,t}}{NW_{n,t} + PW_{n,t}} + 1 \right) / 2$ ，衡量留言情绪，范围是从 0 (最正) 到 1 (最负)

- **气候风险政府响应指数：**从响应状态、响应时效、响应质量三个方面标准化后平均得出的

- **响应状态：**留言是否被回复
- **响应时效：**回复时间相较于留言时间的天数之差
- **响应质量：**留言与回复间软余弦相似度

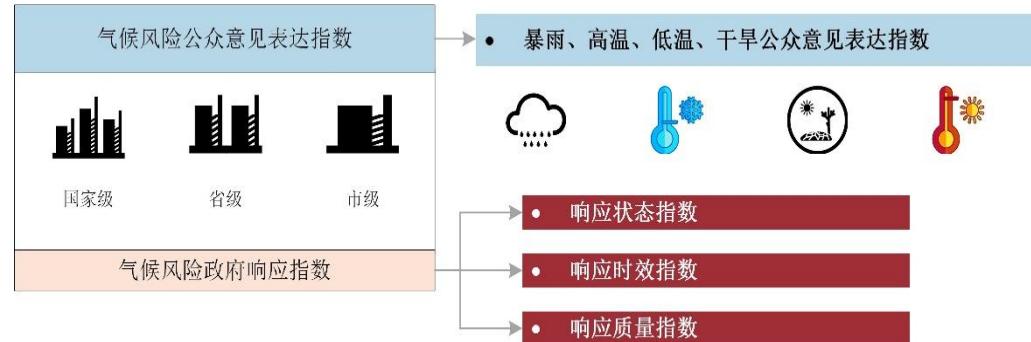
$$\text{month\_response}_m = (\text{month\_response\_status}_m + \text{month\_response\_time}_m + \text{month\_response\_quality}_m) / 3$$

$$\begin{aligned} \text{response\_quality}_{m,n} &= \frac{Q^T VA}{\sqrt{Q^T VQ} \times \sqrt{A^T VA}} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_{m,n,i} v_{ij} a_{m,n,j}}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n q_{m,n,i} v_{ij} q_{m,n,j}} \times \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{m,n,i} v_{ij} a_{m,n,j}}} \end{aligned}$$

# 指数构建方法



## ■ Step4：指数聚合



- 留言级按对应的时间尺度汇总到日度、月度、年度，按地区尺度汇总到国家级、省级、市级
- 同时计算暴雨、高温、低温、干旱等气候风险的公众意见表达**子指数**

$$day\_expression_t = \sum_{n=1}^{N_t} expression_{n,t}$$

$$month\_expression_m = \sum_{t \in T_m} day\_expression_t$$

$$year\_expression_y = \sum_{t \in T_y} day\_expression_t$$

$$month\_response\_quality_m = \frac{\sum_{n=1}^{N_m} response\_quality_{m,n}}{N_m}$$

# 指数构建方法



## 指数信息

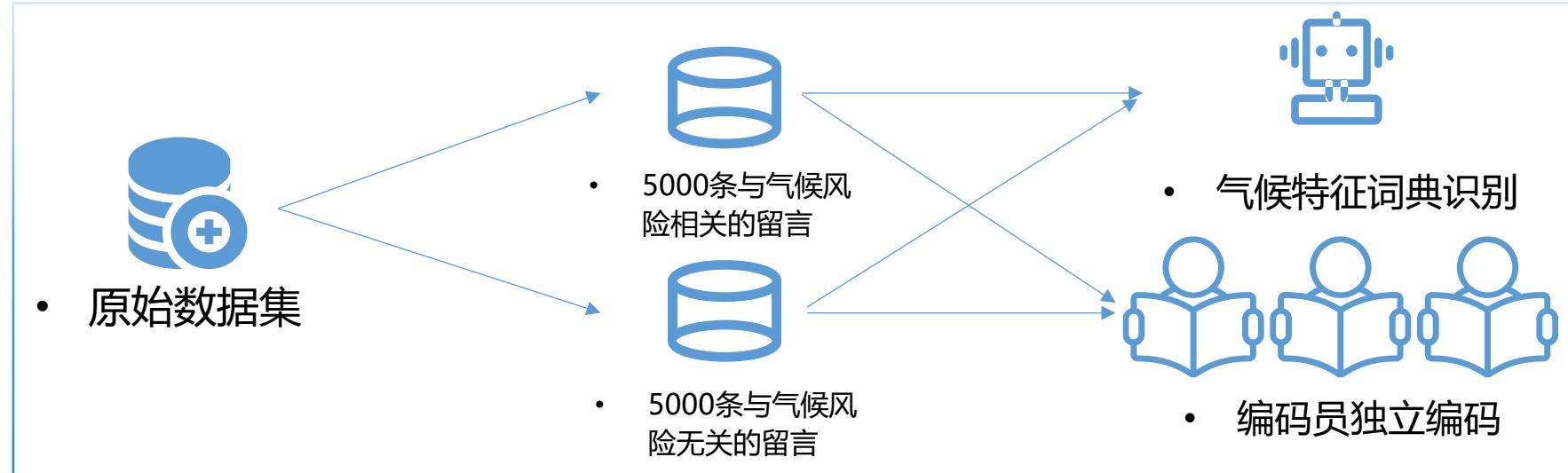
地区层级	指数	公开数据	
国家	国家级气候风险公众意见表达指数	中国气候风险公众意见表达指数	月度 年度
	暴雨、高温、低温、干旱气候风险公众意见表达指数		月度 年度
省	国家级气候风险政府回应指数	中国气候风险政府回应指数	月度 年度
	中国31个省的气候风险公众意见表达指数	中国的省级气候风险公众意见表达指数	月度 年度
市	中国31个省的气候风险政府回应指数	中国的省级气候风险政府回应指数	年度
	中国293个地级市的气候风险公众意见表达指数	中国的市级气候风险公众意见表达指数 中国的市级气候风险政府回应指数	年度 年度

# 指数可靠性验证



## 人工标注对比验证

### ■ 字典有效性验证：气候特征词



**对比 (平均值)**

### ■ 人工读者和机器方法识别出的气候特征基本一致。

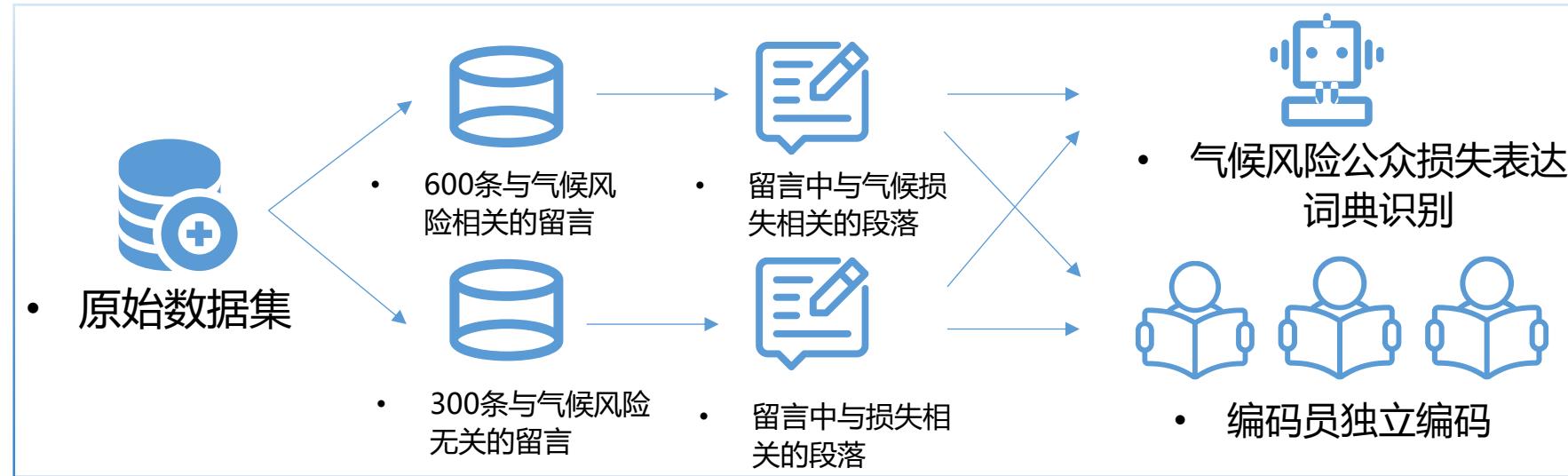
- 准确率 89.73%
- 精确率 95.29%
- 召回率 83.61%
- F1分数 89.05%

# 指数可靠性验证



## 人工标注对比验证

### ■ 字典有效性验证：气候风险公众损失表达



**对比 (平均值)**

### ■ 人工读者和机器方法识别出的人类读者认知的传统气候损失概念高度一致。

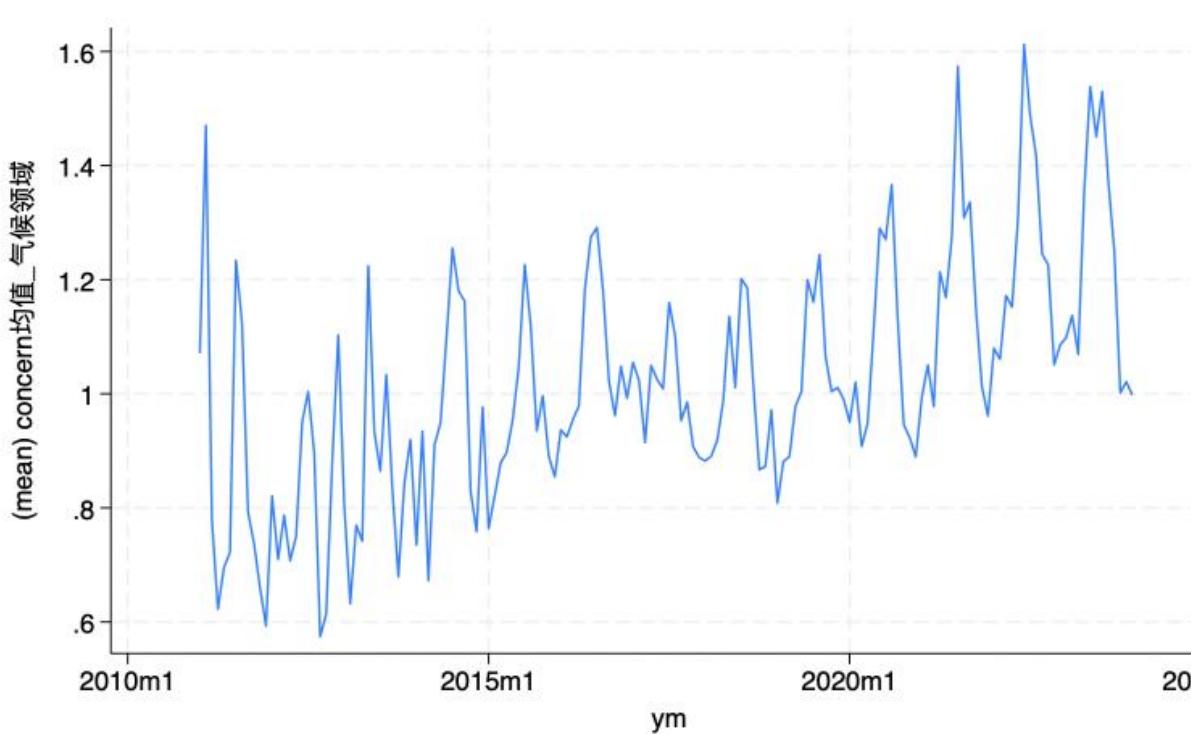
- 准确率 92.01%
- 精确率 99.78%
- 召回率 90.53%
- F1分数 94.93%

# 指数可靠性验证

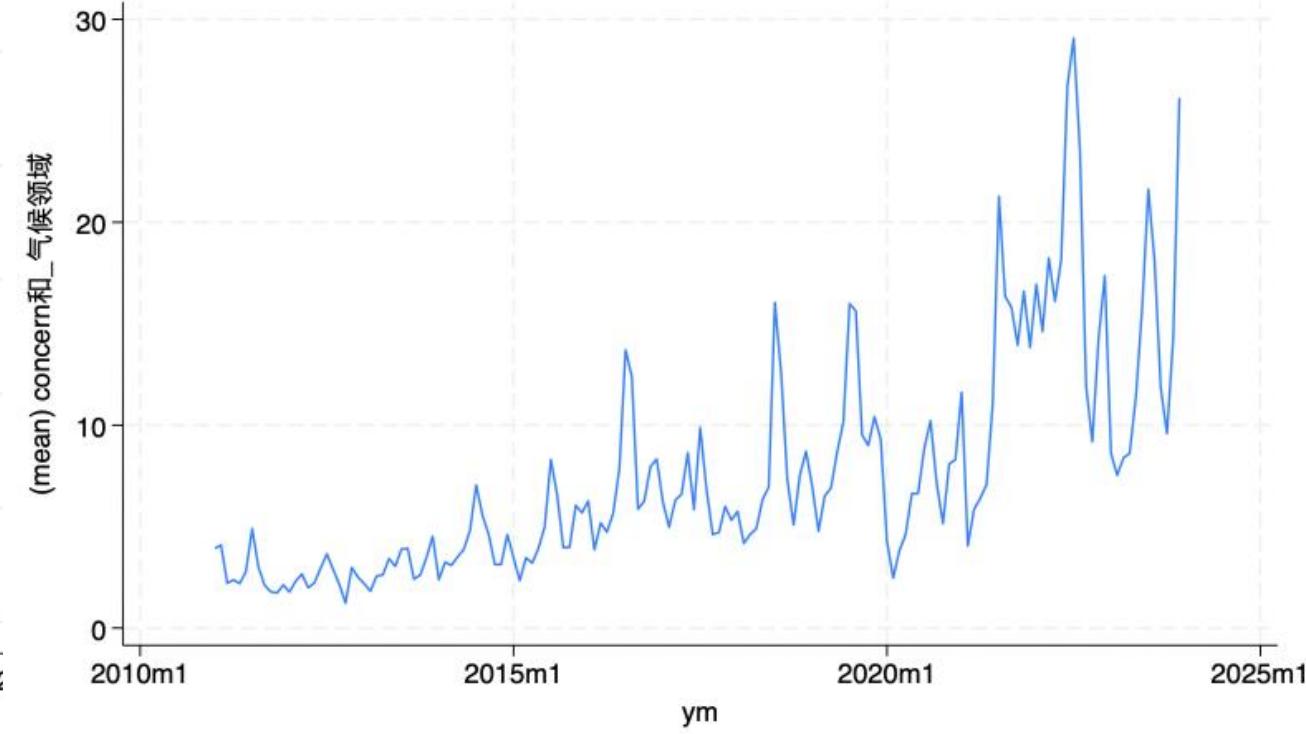


## 指数时空特征分布分析

- 气候风险公众意见表达指数在总和上和平均水平上都出现逐年上升的趋势，且具有明显的季节性特征。



逐年演进情况：平均气候风险公众意见表达水平



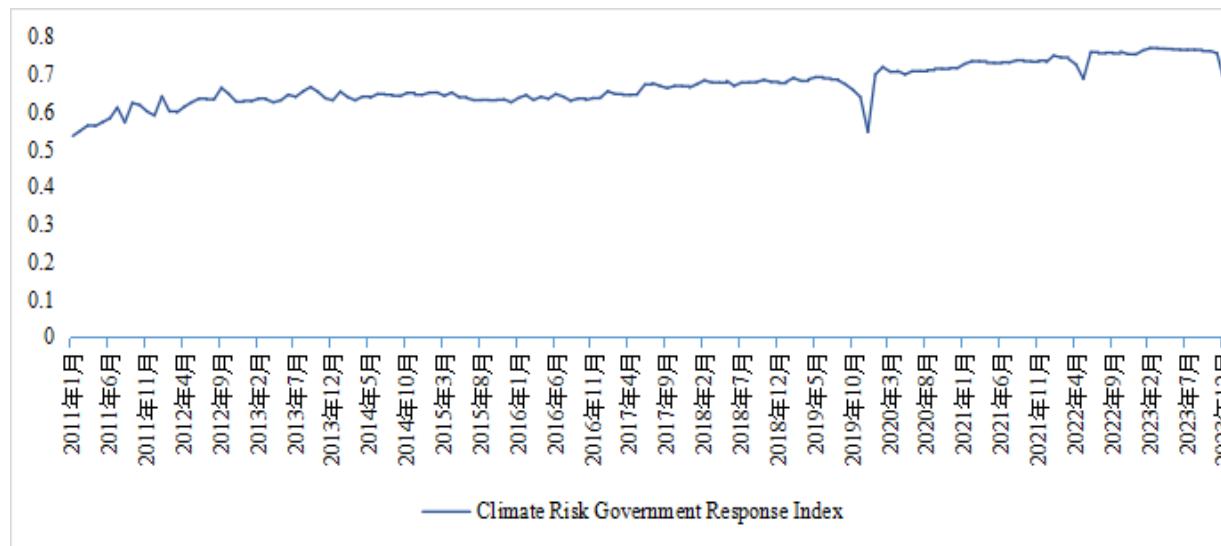
逐年演进情况：总和气候风险公众意见表达水平

# 指数可靠性验证

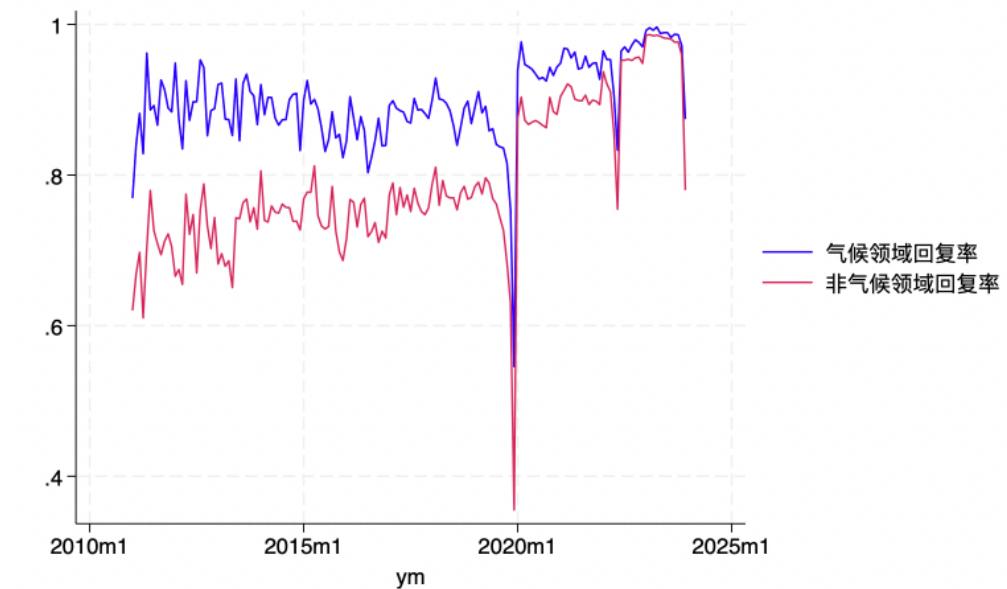


## 指数时空特征分布分析

- 从整体上看，气候风险政府回应指数在平均水平上出现**稳步上升**的趋势。
- 从回复率上看，近年来地级市政府已经可以对气候领域公众意见表达进行近乎全量的回应。



逐年演进情况：平均气候风险政府响应水平



逐年演进情况：平均意见表达回复率水平

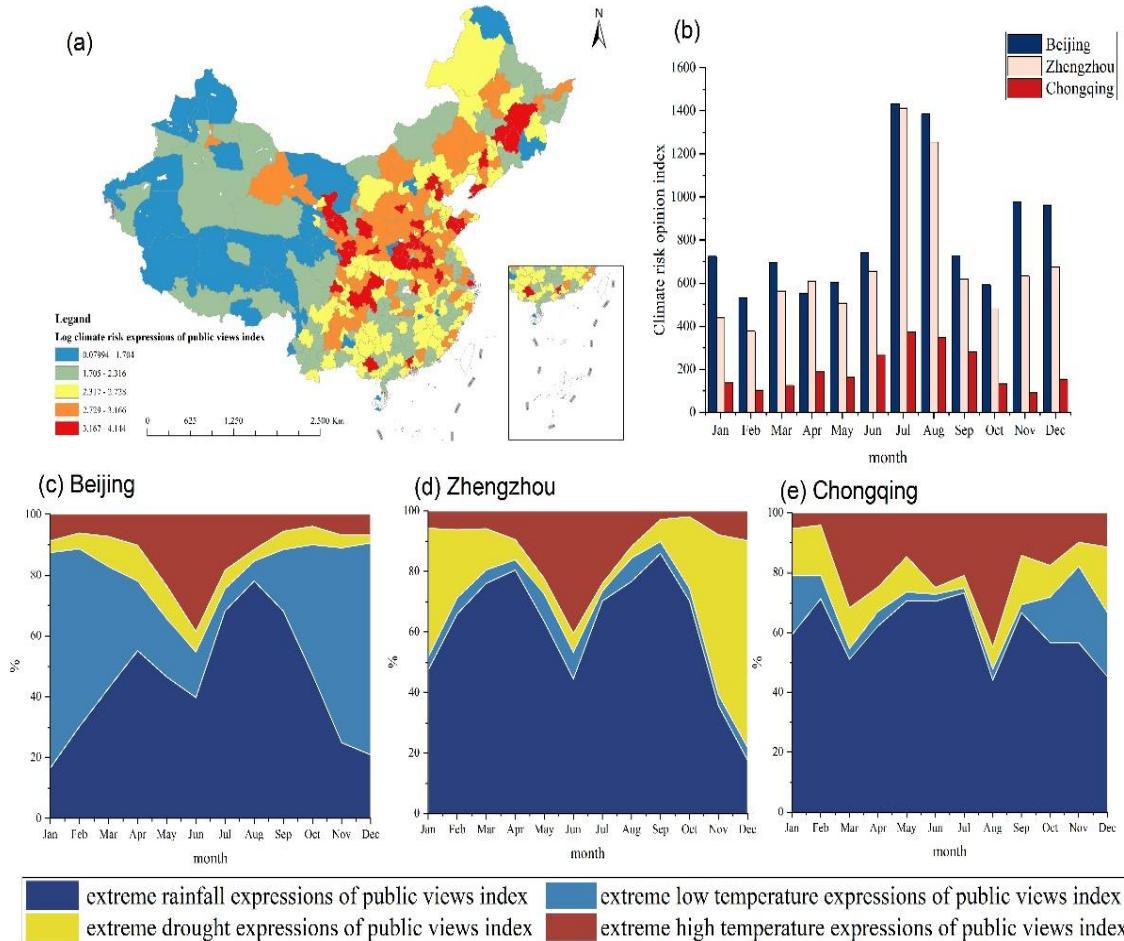
2020年初的政府响应水平突然降低与社会处于管控状态直接相关，该阶段的回复量和回复时长降低明显，但在2个月后恢复正常状态。

# 指数可靠性验证



## 指数时空特征分布分析

### ■ 气候风险公众意见表达指数有效性验证



• **空间上**, 图(a), 拥有更高气候风险公众意见表达的地区为北京、郑州、成都等地区, 与近年来发生的重大风险事件的规律性信息基本一致。

• **时间上**, 图(b), 北京和郑州有较高的公众意见表达, 而出现较高气候风险意见的月份出现在七月和八月, 这也与中国在这两个月易出现高温、洪涝灾害的事实一致。

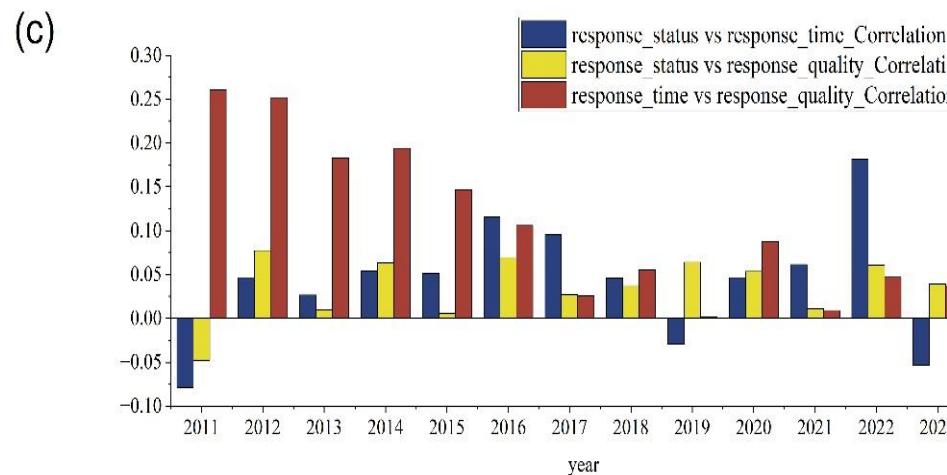
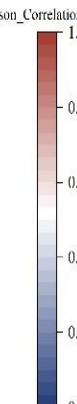
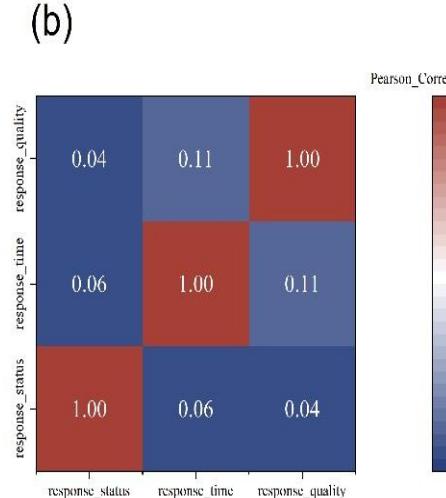
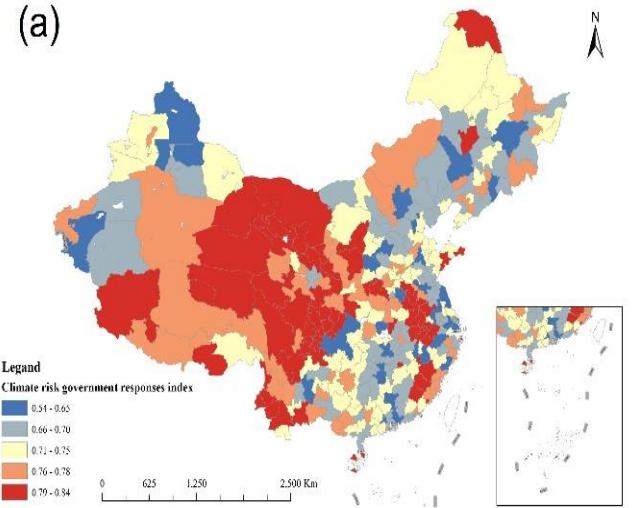
• **极端气候事件类型上**, 图(c)(d)(e), 北京冬季的低温意见指数更高。郑州的暴雨洪涝指数在多数月份3月到8月均较高, 易出现旱涝急转。重庆的高温分布周期相较于其他两个城市更长。

# 指数可靠性验证



## 指数时空特征分布分析

### ■ 气候风险政府响应指数有效性验证



- 空间上, 图(a), 相对于东部, 中部和西部地区的地方政府响应更敏感。可能出现的原因是中部和西部地区由于基础设施欠发达, 对气候事件的应急能力较弱, 更易受到气候事件的影响, 政府对于气候相关议题更加关注。

- 相关性维度上, 图(b) (c), 三个指数之间的相关系数均小于0.5, 且在各年的均一致相关系数均小于0.3, 三个层面对政府响应的贡献总体上是独立的, 对于这三个维度的综合评估有助于全面评估政府响应的表现。

# 指数可靠性验证



## 指数时空特征分布分析

## ■ 响应质量指数的进一步验证：文本相似性作为“质量评估”的合理性



- 2020年起，公众可对政府回复进行再打分与再评论，**response\_quality**与解决力度满意度呈显著正相关 (Pearson Correlation index = 0.35, p < 0.01)

- **response\_quality**数据整体分布看，在所有的194,067条回复信息中，只有697条数据是超过0.7的，**大多数回应与公众留言有显著差异**

- deepseek-v3大模型对所有有回复的194,067条数据进行了审查，存在复制的数据仅1097条，占总文本量的0.5%，对整体的回复效果评估影响较小，且**这些存在复制的回复后均附有详细的解答**

# 指数可靠性验证



## 与已有指数的对比性分析

数据集名称	层面	颗粒度	指标内涵	时间覆盖度	来源
本指数	城市	月、年	来自留言板的公众意见与政府回应信息	2011-2023	Our Data
中国气候变化适应进展评估指标	国家	年	基于国家发改委、统计局相关统计信息的包含监测预警、减灾战略、基础设施建设等维度的综合评价指标体系	2010-2022	Song et al. (2025)
中国气候变化关注度指数	国家	月	百度搜索指数（关键词设置为与宏观的气候变化相关）	2011-2020	Chen et al. (2023)
中国气候风险感知指数	省级	年	百度搜索指数（关键词设置为Central Weather Station、train suspension等气候变化造成的影响）	2005-2022	Li & Tian (2024)
中国气候物理风险数据集	城市	日	基于中国各气象站的日观测数据提取极端低温、高温、降雨和干旱得到的综合气候物理风险指数	1993-2023	Guo et al. (2024)
中国气候政策不确定性指数	城市	日	基于《人民日报》等6家主流报纸的新闻报道，得出气候政策不确定性指数	2000-2022	Ma et al. (2023)

- 数据结构的完整性和深度。**与百度指数相比，提供每条留言提供了时间、地点、主题和内容等详细信息，能够对公众意见表达和政府回应进行结构化的分析。

- 多时空分辨率。**提供了月度和年度两种时间尺度的信息，覆盖了国家、省级和市级层面。

- 数据互补性。**聚焦公众对气候风险的意见表达，与郭琨等（2024）侧重于物理气候风险的表征，马嫣然等（2023）侧重于气候政策不确定性相关的分析结果互补。



## 数据用途

### ■ 评估地方政府气候政策的有效性及灾害治理能力的提升程度

- 通过分析特定地区气候风险表达指数以及政府回应指数的时空变化，结合外部变量，如极端天气事件频率、经济损失等变量，评估“海绵城市”“韧性城市”建设、极端天气预警机制等政策的效果。

### ■ 揭示区域在应对气候相关灾害中的准备和响应能力，研判公众关切是否得到解决

- 结合物理气候风险指标，总结气候风险沟通的成功实践经验；
- 追踪某一特定灾害事件（如某次特大洪水或持续高温）发生前后公众气候风险表达的变化轨迹，结合政府回应的时效性和内容质量，评估灾害管理的实际效果。
- 探讨不同地理区域（如沿海与内陆地区）公众风险表达的差异及其驱动因素。



## 边际贡献

- 同一分析框架下，构建了量化气候风险民众意见表达与政府回应的新工具，拓展了气候风险沟通研究的边界

- **方法上：**（1）首次利用人民网“领导留言板”平台（2011–2023年，308万余条信息）的大规模文本数据，实现同步测度自下而上的公众意见表达特征与自上而下的政府响应能力；（2）提取了包含九类气候事件的292个词汇构成的**气候特征词字典**，以及包含1,820个词汇的**气候风险公众损失表达字典**；
- **数据上：**构建并公开了中国国家、省、市三级的公众气候风险表达指数与政府回应指数数据集（2011–2023），拓展了现有依赖问卷或百度指数的研究，提升了时空分辨率和互动性研究维度。
- **应用上：**为学界研究气候治理、风险沟通提供了**新型数据基础**，也为政策制定者改进应对与沟通机制提供了实证支持



# 感谢

孙晓蕾 研究员 [sxltracy@163.com](mailto:sxltracy@163.com)  
中国科学院科技战略咨询研究院

合作者：李龙飞、申怡然、盛莹婕  
张大永、姬强