

关于气候变化影响地区脆弱性的数学模型研究

◎张佩珊 (华南师范大学物理与电信工程学院, 广东 广州 510631)

【摘要】气候变化作为全球关注的焦点,可能与地区脆弱性有关。为了确定一个国家的脆弱性,本文需要确定在脆弱性定义中应该考虑哪些指标。

本文建立了气候脆弱性指数(CIFI)模型,根据脆弱国家指数(FSI)来衡量一个国家的脆弱性。基于层次分析法(AHP),将模型分为三个层次。顶层为最终值CIFI,中间层由衔接指标、经济指标、政治指标、社会指标四个指标组成。根据FFP,有12个子指标属于以上四个指标,可以构成底层。经过推导,证明气候变化对相应子指标的取值有影响,并通过相关系数法进行计算。此外,本文选择降水作为气候变化的因素。

文章通过将2006-2015年不同州的降水数据和FSI的值输入到本文提出的模型中,实现对模型的验证,并且借对模型的应用来对其更好地展开研究。

【关键词】气候变化; CIFI模型; FSI指数

一、背景介绍

近年来,气候变化一直是一个热门话题。总的来说,它与全球变暖、海平面上升、冰川消融等有关。随着时间的推移,人们逐渐意识到气候变化的影响比人们想象的更严重。最近,政府间气候变化专门委员会提到,气候变化造成的破坏可能导致政府结构不稳定。因此,气候变化与一个国家的脆弱性存在相关性。本文对该关系建立数学模型。

二、符号的解释

- i : 指标的下标;
- V_i : 相应指标值;
- s : 子指标的下标;
- Q_s : 相应子指标的权重;
- V_s : 相应子指标;
- δ_s : 气候变化与具体子指标的对应相关系数;
- $\text{Cov}(C_N, V_{SN})$: 协方差。

三、模型开发

在这一部分中,本文建立了一个基本模型来确定一个国家的脆弱性,同时测量气候变化的影响。基于FFP的脆弱国家指数(FSI),本文考虑了气候变化的影响。

(一) 模型的设计

该模型包含12个子指标,用于考虑一个国家的更多特征,以确定一个国家的脆弱性。而这些子指标被分为四个指标。

这四个指标分别是:衔接指标、经济指标、政治指标和社会指标。在本文的其余部分中,将引用这四个指标。

该模型输出了一个累积气候涉及脆弱性指数(CIFI)值,该值在0-70的分级系统范围内(其中70是CIFI的最高值)。CIFI值计算公式如下: $\text{CIFI} = \sum Q_i V_i$ 。

在层次分析法的基础上,对采集的数据进行训练,得到四个指标的最终权重。但是每个指标都被假定具有相同的重要性。因此,在上面的等式中,每个指标都被平均衡量。每个指标的产出范围在0-18.5之间,这意味着一个国家可能的特征水平,然后总和为70。

每个指标包含三个子指标,可以根据它们的定义和对如何实施这些指标以衡量一国脆弱性特征的解解释进行分组。这个过程可以用一个交叉矩阵来完成。该方法将以下子指标分组到以下指标中:

- 凝聚力指标:安全机构、多个精英、集团的不满;
- 经济指标:经济衰退和贫困、不平衡的经济发展、人

类的飞行和人才流失;

- 政治指标:国家的合法性、公共服务、人权和法治;
- 社会指标:人口压力、难民和国内流离失所者、外部

干预。

(二) 考虑到气候变化的指标

每个指标包含三个子指标,在这个模型中,每个子指标(V_s 为相应的 V 带来了具体的贡献,相应度规的值)。同时,气候变化(C)(δ 有特定的影响 s)对应于指标的值得(V_s)。

给出了计算上述 V 的一般公式:

$$V_i = \sum_s \delta_s Q_s V_s.$$

在这个模型中,气候变化(C)(δ 有特定的影响 s)对应于指标的值得(V_s)。然而,它们有不同的维度,这使得推导它们之间的关系是不恰当的。此外,为了消除不同尺寸引起的偏差,本文使用最小-最大值标准化对数据进行规范化。

$$X_N = \frac{X - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}}.$$

因此,本文获得了标准化数据:气候变化(C) $_N$ 对应于指标的值得(V) $_{SN}$ 。以上数据确定后,本文给出通用公式计算

$$\text{上述 } \delta_s: \delta_s = \frac{\text{Cov}(C_N, V_{SN})}{\sigma_{C_N} \sigma_{V_{SN}}}.$$

四、应用与分析

(一) CIFI值分析

基于本文的CIFI模型,本文可以得到代表一个国家脆弱性的CIFI值。然而,本文仍然无法模拟一个国家是多么脆弱。因此,本文设定了抓住脆弱的标准。

按照要求,脆弱性应分为脆弱、脆弱和稳定三个层次。假设本文有178个州的CIFI近10年的数据,本文可以将数据分为三部分。本文将这些部分的比率设为 $\frac{2}{5}$, $\frac{1}{5}$ 和 $\frac{2}{5}$ 。他们被分配到这三度的范围内——对应。在本文为评分规定了四个模糊阈值之后,本文为每个阈值选择了三个状态。他们的CIFI值尽量在阈值附近。本文得到每个最终阈值的10个值,然后本文将这10个值的平均值作为每个最终阈值。10年、48年、72年以及120年的最终阈值分别为2.8576, 14.7768, 17.9214, 69.1768。三个状态的CIFI值的范围分别对应为脆弱——17.9215~69.1768, 相对脆弱——14.7769~17.9214, 相对稳定——2.8576~14.7768, 由此可得CIFI值与脆弱性呈负相关关系。

(二) 气候变化如何影响脆弱性

如上所述,本文选择降水作为气候变化的因素。通过本文的CIFI模型对不同国家进行了多次试验,本文可以得出结论:降水一般与CIFI呈负相关关系,即降水减少时,国家脆弱性增加。但由于不同地区的气候差异,降水变化对脆弱性的影响各不相同。通过严谨的思考,本文应该具体分析具体问题。气候变化如何增加脆弱性仍然取决于所选国家的特点。

【参考文献】

- [1]何威廉, 鑫马. 最先进的层次分析法的整合与应用[J]. 欧洲运筹学杂志, 2018(2): 399-414.
- [2]Kerem Sinan Tuncel, Mustafa Gokce Baydogan. 多变量时间序列建模的自回归森林[J]. 模式识别, 2018(73): 202-215.