

文章编号:1673-8411 (2018) 01-0070-03

# 基于层次分析法的农业气象灾害风险区划指标权重分析

彭勇刚, 黄肖寒, 莫益江, 许翊楠

(河池市气象局, 广西 河池 547000)

**摘要:**采用层次分析法对影响河池农业生产的主要气象灾害进行定量辨析与评价,得到各气象灾种对农业生产影响的权重:涝灾>旱灾>风雹灾>低温冷害灾。构建的各层次评价指标的判断矩阵均通过一致性检验,具有一致性,表明计算出的各灾害指标权重合理可靠,可以作为当地农业生产结构布局和调整、气象防灾减灾工作决策提供参考依据。

**关键词:**层次分析法;农业气象;灾害风险;权重

**中图分类号:**S162.1 S162.2 **文献标识码:**A

## Index weight analysis of agrometeorological disaster risk zoning based on AHP

Peng Yonggang, Huang Xiaohan, Mo Yijiang, Xu Yinan

(Hechi Meteorological Bureau, Hechi Guangxi 547000)

**Abstract:** The analytic hierarchy process (AHP) was used to analyze and evaluate the main meteorological disasters affecting agricultural production in Hechi and the weight of various meteorological disasters was obtained: flood > drought > hail disaster > low temperature cold disaster. The judgment matrix of each level evaluation index was verified by consistency, indicating that the weight of each disaster index was reasonable and reliable. Hence, they can be used as a reference for the layout and adjustment of the local agricultural production structure and the decision-making of meteorological disaster prevention and reduction work.

**Keywords:** analytic hierarchy process; agrometeorology; disaster risk; weight

## 1 引言

河池地处广西西北边陲、云贵高原南麓,地势东南低西北高,属于典型的喀斯特地貌,属于气象灾害多发地。每年都有暴雨、干旱、雷电、冰雹、大雾、冰冻冷害等气象灾害发生。在全球气候变暖背景下,极端天气气候事件增多,频繁的气象灾害已经成为影响河池农业生产发展的重要因素。但是,关于河池市农业气象灾害影响的研究较少,只有刘芳、陈健、贺春江等<sup>[1-4]</sup>学者对影响河池的各主要气象灾害各进行研究分析,但是缺乏各灾种灾情的对比研究。由于多种气象灾害常常交替发生,不同气象灾害对农业生产的影响程度也不同,因此,合理客观的对主要气象灾害的影响程度进行综合评价分析,即求出各灾种

对农业生产的影响权重很有必要。

在农业气象灾害风险区划评价体系中,各评价指标权重各不相同。目前,国内外公开发表的赋权方法已有数十种之多,按照确定指标权重的方式,大体上可以分为两大类,即主观赋权法和客观赋权法<sup>[5]</sup>。层次分析法是一种定量与定性相结合确定分层次评价指标权重的方法。本文尝试将层次分析法引入农业气象灾害风险区划中,计算出各气象灾害对农业生产的影响程度,以期当地农业生产、开展农业防灾减灾工作决策提供有益的参考。

## 2 资料与方法

### 2.1 资料来源

通过对河池市 1981-2010 年共 30 年的农业受

收稿日期:2017-03-10

作者简介:彭勇刚(1977-),男,本科,工程师,主要从事气象业务管理工作。EMAIL:13907888370@163.com。

灾面积和成灾面积资料统计分析, 得出主要影响河池农业的气象灾害有洪涝、干旱、冰雹、低温冷害四种。1981–2010 年共 30 年的旱灾、水灾、冰雹灾害、低温冷害的受灾面积和成灾面积的数据来源于河池全市 10 个基本气象台站和当地民政局、防汛部门收集的灾情历史数据。

## 2.2 层次分析法简介

层次分析法(简称 AHP)基本原理: 它根据专家打分原则构造判断矩阵, 进行层次单排序求解判断矩阵的特征值和特征向量, 并对判断矩阵计算一致性比率进行一致性检验, 最后确定的各层因子的权重<sup>[6]</sup>。层次分析法确定的步骤如图 1。

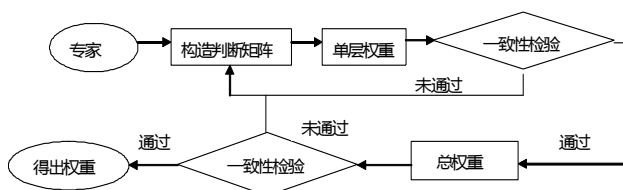


图 1 层次分析法计算流程

## 3 AHP 在农业气象灾害风险区划中的应用

### 3.1 构建层次结构模型

欲对河池地区进行气象灾害风险区划, 主要考虑的因素有: 致灾因子危险性、孕灾体易损度、承灾体脆弱性、防灾抗灾能力。用它们来作为衡量灾害对农业生产影响程度的准则, 即作为层次结构模型

准则层, 以河池市的主要气象灾害(干旱、洪涝、冰雹、低温冷害)为方案层, 构造出图 2 所示的农业气象灾害风险区划评价体系的层次结构模型。

### 3.2 构建判断矩阵

在 AHP 方法的实现过程中, 构建判断矩阵是一个重要的环节。各层次的判断矩阵只有通过了一致性检验, 其最大特征值对应的各权向量才能作为各层次指标的权重值。文中在构造权重判断矩阵时, 采用专家打分法的原则。即由经验丰富的农业领域专家通过自己的经验对各指标的重要性进行两两比较评价。根据专家打分的结果, 从最上面的准则层开始向下, 逐步确定各层因素相对于上一层各因素的重要性权数, 建立矩阵。在确定各层不同因素相对于上一层各因素的重要性时, 利用两个因素之间两两比较的方法, 采用 saaty 提出的 1–9 标度法<sup>[7]</sup>。本文构造的判断矩阵如下:

$$a = [1, 3, 4, 6; 1/3, 1, 2, 4; 1/4, 1/2, 1, 5; 1/6, 1/4, 1/5, 1];$$

$$a1 = [1, 3, 3, 4; 1/3, 1, 3, 4; 1/3, 1/3, 1, 1; 1/4, 1/4, 1, 1];$$

$$a2 = [1, 6, 5, 5; 1/6, 1, 2, 1; 1/5, 1/2, 1, 1; 1/5, 1, 1, 1];$$

$$a3 = [1, 1, 1/5, 1/3; 1, 1, 1/6, 1; 5, 6, 1, 5; 3, 1, 1/5, 1];$$

$$a4 = [1, 1, 4, 4; 1, 1, 3, 1; 1/4, 1/3, 1, 1; 1/4, 1, 1, 1]。$$

其中: 矩阵  $a$  为 G–P 判断矩阵, 即准则层 P 对于目标层 G 的判断矩阵; 矩阵  $a1$  为 P1–D 判断矩阵, 即方案层 D1 对于准则层 P 的判断矩阵; 矩阵  $a2$  为 P2–D 判断矩阵, 即方案层 D2 对于准则层 P 的判断矩阵; 矩阵  $a3$  为 P3–D 判断矩阵, 即方案层 D3 对于准则层 P 的判断矩阵; 矩阵  $a4$  为 P4–D 判断矩阵, 即方案层 D4 对于准则层 P 的判断矩阵。

判断矩阵构造完成后, 计算各矩阵的最大特征值和特征向量。一般而言, 可以通过和法、方根法等方法对判断矩阵进行计算, 得到它的最大特征值和特征向量。本文采用方根法进行计算, 具体步骤如下:

(1) 计算判断矩阵各行元素乘积, 并计算其  $n$  次方根。即:

$$w_i = \sqrt[n]{a_{i1} a_{i2} \cdots a_{in}}, (i=1, 2, \cdots, n)$$

(2) 归一化处理。

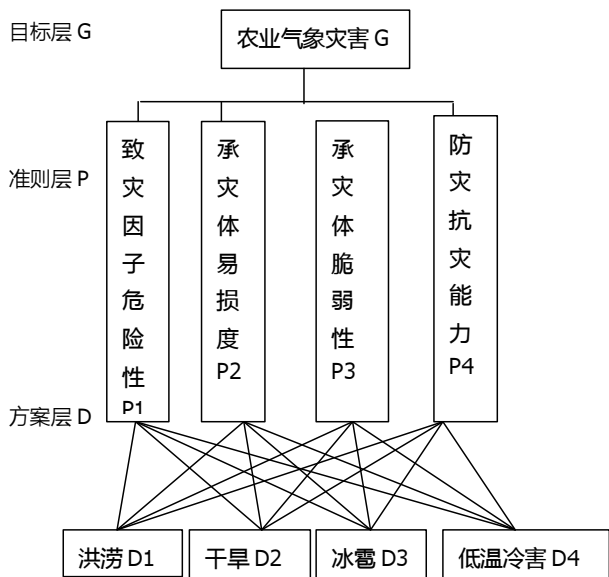


图 2 农业气象灾害风险区划评价体系的层次结构模型

$w_i' = w_i / \sum_{i=1}^n w_i$  ( $i=1, 2, \dots, n$ ), 得到  $w' = (w_1', w_2', \dots, w_n')$  为所求特征向量的近似值, 即各因素的权重。

(3) 计算判断矩阵的最大特征根。 $\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n [(AW)_{ii} / nw_i]$

### 3.3 一致性检验和权重值计算

判断矩阵构建好后, 需要计算一致性检验指标 CR。若计算随机一致性比例  $CR < 0.1$ , 即认为判断矩阵具有一致性, 否则就需要重新调整判断矩阵, 直至满足一致性。 $CR = CI / RI$ ,  $CI = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1)$ , 其中 CR 表示矩阵的随机一致性比例, CI 表示一致性指标, RI 为判断矩阵的平均随机一致性指标值。当矩阵的阶数为 3 时,  $RI = 0.58$ ; 阶数为 4 时,  $RI = 0.9$ 。各层次的 CR 值见表 1。各层次判断矩阵均通过一致性检

验, 即 CR 值均小于 0.1。

对于 G-P 判断矩阵, 通过 matlab 软件计算出它的最大特征值  $\lambda_{\max} = 4.1873$ , 对应的特征向量 = (0.5399, 0.2341, 0.1688, 0.0572), 即确定出相对于目标层, 致灾因子危险性 (P1)、承灾体易损度 (P2)、承灾体脆弱性 (P3)、防灾抗灾能力 (P4) 的相对重要性权值分别为 0.5399、0.2341、0.1688、0.0572。同理, 可以计算出方案层同准则层的权重, 如下表 1 所示。

各级指标对上一级指标的权重计算出来以后, 即可从最上一级开始, 自上而下求出各级指标关于评价目标的综合权重。某一级指标的综合权重是该指标的权重和上一级指标的组组合权重的乘积值。计算结果见表 1。结果表明: 涝灾 (0.4608) > 旱灾 (0.2229) > 风雹灾 (0.1980) > 低温冷害 (0.1182)。涝灾是影响河池农业生产最大的气象灾害, 其次是旱灾, 冰雹灾的影响大于低温冷害灾害。

表 1 运用层次分析法计算得到的权重

准则	致灾因子危险性	承灾体易损度	承灾体脆弱性	防灾抗灾能力	单层一致性检验	总一致性检验	总排序权值
准则层权值	0.5399	0.2341	0.1688	0.0572	0.069		0.4608
洪涝	0.5026	0.2852	0.114	0.0982	0.061		
方案层(单排序权值)	干旱	0.6361	0.1404	0.1031	0.1203	0.03	0.084
冰雹	0.0934	0.1148	0.6269	0.1648	0.058		0.1980
低温冷害	0.4335	0.292	0.1142	0.1604	0.077		0.1182

## 4 结论

综上所述, 在农业气象灾害风险区划中, 应用层次分析法进行农业气象灾害权重: 涝灾 > 旱灾 > 冰雹灾 > 低温冷害。虽然各权重大小与河池农业生产受灾数据大致符合。但是, 层次分析法属于主观赋权法, 它根据评价者主观上对各指标的重视程度来确定指标权重, 简单易行, 但赋权结果客观性较差, 其赋权结果易受群体成员知识、能力、经验限制方面的影响。因此, 采用更加客观合理的方法进行权重分析仍有待进一步的深入研究。

### 参考文献:

- [1] 刘芳. 浅析干旱对河池市农业的影响及对策. 安徽农学通报, 2012, 16(16): 132-132, 140.
- [2] 陈健, 黎志键. 河池山区洪涝灾害及防洪减灾对策. 广西

水利水电, 2002, 4(4): 39-41, 46.

- [3] 贺春江, 黎志键. 河池市冰雹气候特征及风险区划. 气象研究与应用, 2015, 36(S1): 62-63, 68.
- [4] 韦定宁, 姜月清. 河池地区 1991—1996 年主要气象灾害及减灾对策刍议. 广西气象, 1997, 18(1): 35-36, 50.
- [5] 钟晓云, 李敬源, 叶瑜, 等. 苍梧县砂糖桔种植气候区划 [J]. 气象研究与应用, 1996, 17(4): 75-80.
- [6] 李静锋. 融安县脐橙种植的气候条件分析 [J]. 广西气象, 2004, 25(2): 31-33.
- [7] 张星, 陈惠, 吴菊薪. 层次分析法在福建省农业气象灾害综合评价中的应用 [J]. 热带气象学报, 2009, (8): 508-511.
- [8] 李洁, 马才学. 论城市土地定级权重确定方法之一—综合赋权法 [J]. 广东土地科学, 2006, 5(6): 36-41.
- [9] 陈映强, 黄育娇, 郑继玲. 基于 GIS 揭西县台风灾害风险的区划 [J]. 广东气象, 2014, 36(6): 56-59.
- [10] 苏永秀, 李政. GIS 支持下的芒果种植农业气候区划 [J]. 气象研究与应用, 2002, 23(1): 46-48.