

基于层次分析法的碳汇林经营风险评价^{*}

陈卓旋 周 伟 高 岚

(华南农业大学 经济管理学院, 广东 广州 510642)

摘要 为获得碳汇收益与达成应对气候变化的目标, 对碳汇林经营进行风险识别与管理具有重要的实践价值。通过实地调研与文献分析, 发现碳汇林在经营过程中面临着自然风险、人为风险、政策风险与市场风险四大类风险。利用专家评分与层次分析法进一步对碳汇林面临的风险进行识别与评估, 通过构造判断矩阵并利用 MATLAB R2013b 进行分析, 结果表明碳汇林经营中最主要的风险来自于政策风险 (0.51) 和市场风险 (0.31)。对 18 种具体风险因素进行综合总权重评估计算的结果表明, 碳排放权交易政策 (0.245)、碳市场价格 (0.202) 与森林碳汇交易政策 (0.133) 是对碳汇林经营影响最大的 3 种风险因素。

关键词 碳汇林; 经营风险; 政策风险; 市场风险

中图分类号: F316.23 **文献标志码:** A **文章编号:** 2096-2053 (2018) 06-0090-08

The Evaluation of Carbon Forest Management Risks Based on Analytic Hierarchy Process

CHEN Zhuoxuan ZHOU Wei GAO Lan

(College of Economics and Management, South China Agricultural University, Guangzhou, Guangdong 510642, China)

Abstract In order to obtain the benefit of carbon sequestration and achieve the goal of mitigating climate change, it is of great practical value to identify and manage the risks of carbon forest. It is found that the carbon forest face four major risks in the management process through field research and literature analysis. The risks include the natural risks, the human-induced risks, the policy risks, and the market risks. It uses the expert scoring and the analytic hierarchy process to further identify and evaluate the risks faced by carbon forests. By constructing a judgment matrix and using MATLAB R2013b for analysis, the results show that the risks of carbon forest management process mainly come from policy risks (0.51) and market risks (0.31). The evaluation of the total comprehensive weight of 18 specific risk factors shows that the policy of carbon emissions trading scheme (0.245), the price of carbon market (0.202) and the policy of forest carbon trading (0.133) are the three factors that strongly affect carbon forest management.

Key words carbon forest; management risks; policy risks; market risks

政府间气候变化专门委员会 (IPCC) 第五次的评估报告表明, 减缓毁林与增加人工造林已经扭转了土地利用带来的碳排放增加局面。实施碳汇造林是减缓与应对气候变化的一种重要方式。

在 2016 年联合国巴黎气候大会上, 中国政府宣布的“国家自主贡献”目标中提出森林蓄积量到 2030 年时比 2005 年增加 45 亿 m^3 左右。碳汇林经营能够实现森林经营的碳汇收益, 有助于增加农

^{*} 基金项目: 国家自然科学基金面上项目 (71473088); 广东省自然科学基金博士启动项目 (2018A030310347)

第一作者: 陈卓旋 (1993—), 女, 在读硕士研究生, 研究方向为森林资源与环境经济, E-mail: 13544311596@163.com。

通信作者: 高岚 (1959—), 女, 教授, 主要从事林业经济管理研究, E-mail: gaolan@scau.edu.cn。

户林业资产收入。因此,发展碳汇林既是国家实现应对气候变化承诺的需要,也是经营者获得碳收益的方式。

广东省政府为实现全面绿化广东,提高全省森林覆盖率和碳汇效益,在“十二五”期间,广东省通过森林碳汇重点生态工程项目共实现碳汇造林1 503万亩;在“十三五”期间,计划完成500.24万亩碳汇林建设任务,具有巨大的碳汇潜力^[1]。广东省碳汇林和其他省份的碳汇林一样,都是以实现森林的碳汇效益为目的而经营的^[2],需要按照严格的碳汇林经营方法学原则进行经营,所以其经营所面临的风险同其他省份的碳汇林经营风险大致相同。因此,研究广东省碳汇林经营风险,对国内的碳汇林经营风险研究具有一定的借鉴作用。

碳汇林经营与一般森林经营一样具有周期长、面积大的特点,所以受自然环境的影响较大。同时,森林碳汇交易设置了许多规则,如碳汇项目基线的确定方法、额外性的分析、森林减排量的认证以及计入期的选择等,森林碳汇监测、核证和防止碳泄露方法的复杂性、高额的碳汇交易成本以及未来碳汇交易等具有不确定性,使得碳汇林经营存在许多风险。这些风险既影响森林碳汇的供给,又关乎碳汇林经营者的收入水平。碳汇林经营者只有正确地识别、分析和管控碳汇林经营过程中的多种风险,才能有效的规避碳汇林经营的风险,进而减少由风险带来的损失。因此,对碳汇林经营风险的研究具有重要的现实意义。

国内有关碳汇林经营风险的研究主要集中在林业风险的研究领域。于学文等^[3]的研究认为,人为风险和自然风险才是我国林业面临的最主要风险。随着市场经济的发展,我国林业可能会面临市场风险、政策风险和行业风险。许晓丽^[4]对福建省的研究发现,我国存在的主要林业风险有自然风险、政策风险、技术风险、市场风险和人为风险。秦涛等^[5]研究则认为,我国林业面临的风险主要是自然风险、政策风险、市场风险和技术风险等。秦静等^[6]以广东省的碳汇林为研究对象,识别出环境、过程和市场三大类风险。张静娉等^[7]以在浙江、云南、四川与广东省四地的调研为基础,结合统计数据的分析表明,碳汇林经营的风险主要可分为政策风险、自然风险、人为干扰风险和市场风险四个方面。现有的研究对于

风险的分类仍然以定性分析为主,且对碳汇林各类风险的重要性缺乏深入探讨。

层次分析法在金融、银行甚至农业领域的风险分析中已经得到了运用并开展了相关的研究,如李鹏雁与王雅林^[8]应用层次分析法对抵押贷款的风险进行了研究,尹贤平^[9]运用层次分析法建立中小企业财务风险评价结构模型,何斌等^[10]基于主成分分析与层次分析相结合的方法对陕西省的农业干旱风险进行了识别。但目前极少运用于森林经营的风险研究。此方法将定性分析和定量分析相结合,有助于研究多指标且含有未知因素的方案^[11]。基于此,本文将以广东省的碳汇林为例,以实地调查为基础,利用层次分析法对碳汇林的经营风险进行识别与评估,对碳汇林的管理及相关研究的开展具有借鉴意义。

1 模型构建

1.1 层次分析法的基本原理

层次分析法是一种定量与定性相结合的分析工具,最早由美国运筹学家 Saaty^[12]提出。其基本思路是将与决策问题有关的各种复杂因素按总目标、各层子目标、评价准则直至具体的备择方案的顺序分解为不同的层次结构,然后在定性分析的基础上,用求解判断矩阵特征向量的办法,求得每一层次的各元素对上一层某元素的优先权重,最后再用加权和方法递阶归并各备择方案对总目标的最终权重,得到的最终权重值是各子目标对上一层目标而言重要程度的相对量度。层次分析法的基本思想就是对于一些无法度量的因素,只要引入合理的度量标度,通过构造判断矩阵,就可以用这种方法来度量各因素之间的相对重要性,从而为有关决策提供依据。

1.2 碳汇林经营风险指标体系的构建

从宏观来看,影响碳汇林经营风险的外部环境因素主要有自然环境、市场环境和相关政策,从微观来看,碳汇林经营风险主要来源于经营主体的管理活动和其他的人为干扰。结合文献调查法和风险识别的事故树法,本文将碳汇林经营风险分为自然风险、政策风险、人为风险和市场风险。

上述4种风险中包含了多种的风险因素,由于这些风险因素无法通过客观数据获得,因此,本文采用由评估主体评价的方法来选取碳汇林经

营风险的评估指标。首先，课题组成员在实地调研过程中与碳汇林经营者、当地林业部门的管理者等进行访谈，并且召开相关专题研讨会，初步选取了碳汇林经营面临的具体风险因素。随后，来自广东省林业调查规划院、华南农业大学林学与风景园林学院、经济管理学院 21 位专家对碳汇林经营风险进行识别打分。第一轮打分确定了碳汇林经营面临的具体风险因素，主要包括火灾、病害、虫害、鼠害、冰雪冻害、台风、地震、碳排放权交易政策、森林碳汇交易政策、碳汇造林方法学、收益分配政策、林木采伐政策、薪材收集、更换碳汇林树种、未按方法学造林、碳市场价格、林木市场价格与利率 18 种因素。最后，专家的第二轮打分则主要是对选择出来的各类方案层进行直接评估打分。

运用层次分析法对碳汇林经营面临的风险进行识别，首先需要将评估指标分成目标层、准则层与方案层。本文将目标层设定为碳汇林经营面临的风险，简称目标 A。准则层即为碳汇林经营面临风险的一级指标，分别为自然风险、政策风险、人为风险与市场风险四大类。方案层则是上

述通过专家评分得到的 18 个二级指标。具体的层次结构如表 1 所示。

2 碳汇林经营风险分析

在碳汇林经营过程中，不同风险因素的重要程度有所差异，因而要为每个风险因素赋上相应的权重。运用层次分析法对各个因素的权重进行定量分析，具体操作如下。

2.1 判断矩阵的构造

首先，根据专家意见为两两指标对比打分得到结果，建立 4 个经营风险要素的判断矩阵并检验它的一致性。依据专家意见构造的准则层与方案层的判断矩阵分别如表 2 至表 6 所示。

表 2 为根据专家评分结果构造的准则层四种大类风险的判断矩阵。对准则层构建的判断矩阵进行一致性检测得到的结果为 $CI=-0.048\ 8$ ，计算得到的 $CR=-0.054\ 2<0.1$ ，通过了一致性检验。

表 3 为根据专家评分结果构造的关于自然风险的 7 种因素的判断矩阵。对此判断矩阵进行一致性检测得到的结果为 $CI=0.072\ 7$ ， $CR=0.055\ 0<0.1$ ，通过了一致性检验。

表 1 碳汇林经营风险识别的层次结构

Table 1 The hierarchical structure of the identification of carbon forest management risks

目标层 Target layer	准则层 Criteria layer	方案层 Solution layer
碳汇林经营面临的风险 A	自然风险 B1	火灾 C1
		病害 C2
		虫害 C3
		鼠害 C4
		冰雪冻害 C5
		台风 C6
		地震 C7
	政策风险 B2	碳排放权交易政策 C8
		森林碳汇交易政策 C9
		碳汇造林方法学 C10
		收益分配政策 C11
		林木采伐政策 C12
	人为风险 B3	收集薪材 C13
		更换碳汇林树种 C14
		未按方法学造林 C15
	市场风险 B4	碳市场价格 C16
		林木市场价格 C17
		利率 C18

表 4 为根据专家评分结果构造的关于政策风险的判断矩阵。对此判断矩阵进行一致性检测得到的结果为 $CI=0.0251$ ， $CR=0.0224<0.1$ ，通过了一致性检验。

表 5 为根据专家评分结果构造的关于人为干扰风险的判断矩阵。对此判断矩阵进行一致性检测得到的结果为 $CI=0.0035$ ， $CR=0.0061<0.1$ ，通过了一致性检验。

表 6 为根据专家评分结果构造的关于人为干扰风险的判断矩阵。对此判断矩阵进行一致性检测得到的结果为 $CI=0.0018$ ， $CR=0.0032<0.1$ ，通过了一致性检验。

利用相关软件对表 2- 表 6 构造的判断矩阵进

行一致性判断的结果都通过了检验，表明通过专家打分得到的结果具有比较满意的一致性，因此接受该分析结果。

2.2 不同层级的权重

通过一致性检验后，进而利用 MATLAB R2013b 分别得到了不同层次的风险的权重评估结果，如表 7 至表 10 所示。

2.2.1 经营风险准则层的权重值 表 7 反映的是准则层中四种主要风险类型的评估权重结果。如表所示，在四种大的风险类型中，专家评选的结果表明政策风险与市场风险是碳汇林经营面临的最主要两种风险，人为干扰风险的权重最小。对于碳汇林的经营而言，由于其经营目标主要是期

表 2 关于经营风险的准则层判断矩阵
Table2 The judgment matrix of the management risks' criteria layer

	自然风险 B1 Natural risks B1	政策风险 B2 Policy risks B2	人为风险 B3 Human-induced risks B3	市场风险 B4 Market risks B4
B1	1	1/3	2	1/5
B2	3	1	8	2
B3	1/2	1/8	1	1/7
B4	5	1/2	7	1

表 3 关于自然风险的判断矩阵
Table3 The judgment matrix of the natural risks' criteria layer

	火灾 C1 Fire C1	病害 C2 Disease C2	虫害 C3 Insect pest C3	鼠害 C4 Plague of rats C4	冰雪冻害 C5 Ice and snow damage C5	台风 C6 Typhoon C6	地震 C7 Earthquake C7
C1	1	3	3	7	4	2	7
C2	1/3	1	1	5	2	3	5
C3	1/3	1	1	5	2	3	5
C4	1/7	1/5	1/5	1	1/5	1/5	1/2
C5	1/4	1/2	1/2	5	1	3	4
C6	1/2	1/3	1/3	5	1/3	1	2
C7	1/7	1/5	1/5	2	1/4	1/2	1

表 4 关于政策风险的判断矩阵
Table4 The judgment matrix of the policy risks' criteria layer

	碳排放权交易政策 C8 Policy of carbon emissions trading scheme C8	森林碳汇交易政策 C9 Policy of forest carbon trading C9	碳汇造林方法学 C10 Methodology of carbon forest forestation C10	收益分配政策 C11 Policy of income distribution C11	林木采伐政策 C12 Policy of forest harvesting C12
C8	1	3	5	4	6
C9	1/3	1	4	3	4
C10	1/6	1/5	1	1/2	2
C11	1/4	1/3	2	1	3
C12	1/6	1/4	1/2	1/3	1

望参与碳汇交易获得碳收益，而在现阶段，碳汇收益的获得与否主要受政策因素的影响，因此可能得到了相关的结果，这也与很多研究者的研究结果一致。同时，对经营者而言，当碳汇林开始参与碳汇交易以后，另外一个重要的影响因素即市场因素，碳市场是经营者面临的最大的不确定性因素。

2.2.2 经营风险方案层的权重值 表 8-表 11 分别反映了在四种大类风险中，各风险因素分别在各类风险中所占的权重。从表 8 可以看出，在 7 种类型的自然灾害当中，火灾是影响碳汇林经营的最重要的风险因素，其次为病害与虫害，两者的权重保持一致（0.18），再次是冰雪冻害（0.13），影响碳汇林经营最小的是鼠害（0.03）。火灾被认定是影响碳汇林经营最重要的影响因素，可能是由于一旦发生火灾，会直接导致碳汇林中碳的释放，而这会影响碳汇林固碳目标的实现。鼠害虽然仍被政府部门列入林业统计的相关灾害中，但可能是近年来导致的灾害程度有限，因此专家们

列出来的结果中，鼠害对碳汇林的经营风险影响并不大。

表 9 反映了政策风险当中各风险因素的权重值。如表 9 所示，在与碳汇林经营相关的各类政策风险因素中，碳排放权交易政策与森林碳汇交易政策是所占权重最大的两种风险因素，其中，碳排放权交易政策所占的权重最大（0.48）。这可能是由于碳汇林参与碳交易的方式为以备案制的方法开展项目交易，而且此交易必须在碳排放权交易中作为补充机制。因此，碳排放权交易政策、森林碳汇交易政策中关于森林碳汇交易制度的设定与碳汇林能否参与、多大程度的参与碳交易有直接的关系。此外，收益分配政策的权重也高于碳汇造林方法学与林木采伐政策，这有可能是因为收益分配政策的确定可能会影响经营者与项目开发者的行为，对碳汇林的经营造成更大的影响。

表 10 反映的是人为干扰风险中各风险因素的权重值。如表所示，人为干扰风险的因素主要包括收集薪材、更换碳汇林树种与未按碳汇造林方

表 5 关于人为干扰风险的判断矩阵
Table5 The judgment matrix of the human-induced risks' criteria layer

	收集薪材 C13 Fuelwood collection C13	更换碳汇林树种 C14 Tree species of carbon forest replacement C14	未按方法学造林 C15 Planting not according to the method C15
C13	1	1/7	1/3
C14	7	1	3
C15	3	1/3	1

表 6 关于市场风险的判断矩阵
Table6 The judgment matrix of the market risks' criteria layer

	碳市场价格 C16 Price of carbon market C16	林木市场价格 C17 Price of forest market C17	利率 C18 Interest rate C18
C16	1	5	3
C17	1/5	1	1/2
C18	1/3	2	1

表 7 4 种类型风险的权重值
Table7 The weight values of four types of risks

类型 Types	权重值 Weight values	类型 Types	权重值 Weight values
自然风险 Natural risks	0.12	人为风险 Human-induced risks	0.06
政策风险 Policy risks	0.51	市场风险 Market risks	0.31

表 8 自然灾害风险中各灾害类型的权重值
Table8 The weight values of each disaster type in natural disaster risk

类型 Types	权重值 Weight values	类型 Types	权重值 Weight values
火灾 Fire	0.35	冰雪冻害 Ice and snow damage	0.13
病害 Disease	0.18	台风 Typhoon	0.09
虫害 Insect pest	0.18	地震 Earthquake	0.04
鼠害 Plague of rats	0.03		

表 9 政策风险中各风险因素的权重值
Table 9 The weight values of each risk factor in policy risks

类型 Types	权重值 Weight values	类型 Types	权重值 Weight values
碳排放权交易政策 Policy of Carbon emissions trading scheme	0.48	收益分配政策 Policy of income distribution	0.13
森林碳汇交易政策 Policy of forest carbon trading	0.26	林木采伐政策 Policy of forest harvesting	0.06
碳汇造林方法学 Methodology of carbon forest	0.07		

表 10 人为干扰风险中各风险因素的权重值
Table10 The weight values of each risk factor in human-induced risks

类型 Types	权重值 Weight values	类型 Types	权重值 Weight values
收集薪材 Fuelwood collection	0.09	未按方法学造林 Planting not according to the method	0.24
更换碳汇林树种 Tree Species of carbon forest replacement	0.67		

表 11 市场风险中各风险因素的权重值
Table11 The weight values of each risk factor in market risks

类型 Types	权重值 Weight values	类型 Types	权重值 Weight values
碳市场价格 Price of carbon market	0.65	利率 Interest rate	0.23
林木市场价格 Price of forest market	0.12		

法学造林三种。分析结果表明，更换碳汇造林树种是最大的人为干扰风险因素。一方面，从后果的严重性判断，在碳汇林经营的早期即替换碳汇造林树种会直接导致固碳目标的失败。另一方面，结合实地调查发现，更换碳汇造林树种在现实中发生的频率也较高，尤其是在监督成本比较高的地区。收集薪材的现象在广东省碳汇林经营活动中较少发生，因此相对来说其风险会更低。

最后，表 11 反映了市场风险中各因素的权重

值。结果表明，碳市场价格的权重值最高，利率的权重值最小，说明在三个风险因素中碳市场价格的影响会更大。碳汇林参与市场交易的主要目的是获得碳汇收益，同时由于碳市场价格波动较大，因此碳市场价格是主要的风险因素。

2.3 方案层的综合总权重

经过上述各表的计算，将准则层的权重与方案层各要素的权重进行相乘，得到各层次间的指标总排序的计算结果如表 12 所示。

表 12 各指标总排序权重值
Table12 Total ranking weights of each indicator

类型 Types	自然风险 Natural risks	政策风险 Policy risks	人为风险 Human-induced risks	市场风险 Market risks	总排序权重 Total ranking weights	排序 Sort
	0.12	0.51	0.06	0.31		
火灾 Fire	0.35				0.042	6
病害 Disease	0.18				0.022	11
虫害 Insect pest	0.18				0.022	12
鼠害 Plague of rats	0.03				0.004	18
冰雪冻害 Ice and snow damage	0.13				0.016	13
台风 Typhoon	0.09				0.011	15
地震 Earthquake	0.04				0.005	17
碳排放权交易政策 Policy of carbon emissions trading scheme		0.48			0.245	1
森林碳汇交易政策 Policy of forest carbon trading		0.26			0.133	3
碳汇造林方法学 Methodology of carbon forest plantation		0.07			0.036	9
收益分配政策 Policy of income distribution		0.13			0.066	5
林木采伐政策 Policy of forest harvesting		0.06			0.031	10
收集薪材 Fuelwood collection			0.09		0.005	16
更换碳汇林树种 Tree species of carbon forest replacement			0.67		0.040	7
未按方法学造林 Planting not according to the method			0.24		0.014	14
碳市场价格 Price of carbon market				0.65	0.202	2
林木市场价格 Price of forest market				0.12	0.037	8
利率 Interest rate				0.23	0.071	4

从表 12 中的综合总权重与排序可以看出,在碳汇林经营存在的各种风险因素中,排名前三的风险因素分别为碳排放权交易政策(0.245),碳市场价格(0.202)与森林碳汇交易政策(0.133)。这也进一步表明,从风险的大类来看,政策风险与市场风险是对碳汇林经营影响最大的两种风险因素。碳排放权交易政策是影响碳汇林能否参与交易的关键,是碳汇林经营面临的重大风险。地震(0.005)与鼠害(0.004)是碳汇林经营面临的最小两类风险因素,这可能是由于虽然在资料统计中两类因素是经营风险的来源之一,但由于本调查是在广东地区进行的,此类灾害在广东地区发生较少,因此在专家评价时认为两类风险影响并不大。

3 结论与启示

为了获得碳汇收益与达成应对气候变化的目标,对碳汇林的经营进行风险管理具有重要的实践价值。通过事故树法得到碳汇林经营的主要风险包括了自然风险、政策风险、人为风险与市场风险四大类,在此基础上,进一步详细分解各大类风险的风险因素,形成了方案层的 18 种风险因素。采用层次分析法对各风险因素的权重进行评估,分析结果表明,政策风险与市场风险是现阶段碳汇林经营面临的最主要的风险。其中,根据方案的综合总权重结果表明,碳排放权交易政策、碳市场价格与森林碳汇交易政策是影响碳汇林经营最大的三种风险因素。因此,为了进一步激励经营者加强对碳汇林的经营管理,降低经营风险,以获得更多的碳汇效益,本研究提出的政策建议如下。

第一、确定森林碳汇项目在碳排放权交易抵消机制中可使用的比例,并在一定时间内保持不变。现阶段,广东省在碳排放配额分配实施方案中都规定了控排企业可用于抵消的国家核证自愿减排量(CCER)与省级碳普惠核证减碳量(PHCER)的总量(150 万吨),但森林碳汇项目只是 CCER 与 PHCER 的来源之一。因此,建议明确通过森林碳汇项目获得的 CCER 与 PHCER 在抵消中可使用的比例,并保持政策在一定时间内的稳定与连续性,以降低政策实施不确定性给经营者带来的消极作用。

第二、加强政策宣传,使碳汇林的经营者对碳排放权交易和森林碳汇交易机制有一定的了解。通过森林碳汇项目实施地区的政策宣传活动,让碳汇林经营者了解碳排放权和森林碳汇交易机制的发展历程、运行机制以及实施意义,认识该政策对于提高林业经营收入的作用,从而增强其参与森林碳汇交易及碳汇林经营管理的积极性。

第三、林业部门需建立碳交易价格信息平台,及时发布成交的森林碳汇项目的价格信息,引导经营者关注森林碳汇交易的供给和需求情况。经营者通过碳交易价格信息平台,随时了解碳交易价格发展趋势,根据市场森林碳汇供需水平调整碳汇林经营的决策方案,从而有效地规避由于市场风险可能带来的损失。

参考文献

- [1] 罗勇. 广东省造林再造林碳汇项目发展潜力的评价指标初探[J]. 广东林业科技, 2010, 26(1): 33-36.
- [2] 薛春泉, 杨加志. 试论广东碳汇林业建设[J]. 广东林业科技, 2014, 30(1): 56-59.
- [3] 于学文, 陈珂, 张喜, 等. 我国林业风险及其防范措施分析[J]. 辽宁林业科技, 2006(4): 32-34.
- [4] 许晓丽. 我国林业风险管理及林业保险研究[D]. 南京: 南京林业大学, 2009.
- [5] 秦涛, 潘焕学. 基于资本形成机制的林业金融支持体系构建研究[J]. 当代经济科学, 2010, 32(1): 70-76.
- [6] 秦静, 高岚, 周伟. 广东省碳汇林经营风险因素分析[J]. 广东农业科学, 2014, 41(12): 200-205.
- [7] 张静娉, 高岚. 我国碳汇林经营风险的识别研究[J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版), 2016, 10(2): 14-18.
- [8] 李鹏雁, 王雅林. 基于层次分析法的住房抵押贷款风险评估[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2006, 38(11): 1823-1825.
- [9] 尹贤平. 基于层次分析法的中小企业财务风险评估探讨[D]. 南昌: 江西财经大学, 2012.
- [10] 何斌, 王全九, 吴迪, 等. 基于主成分分析和层次分析法相结合的陕西省农业干旱风险评估[J]. 干旱地区农业研究, 2017, 35(1): 219-227.
- [11] 朱建军. 层次分析法的若干问题研究及应用[D]. 沈阳: 东北大学, 2005.
- [12] SAATY T L. A scaling method for priorities in hierarchical structures[J]. Journal of Mathematical Psychology, 1977, 15(3): 234-281.