

应用层次分析法确定 朝阳气候资源开发优先级

关福来

王春乙

(河北省廊坊市气象局,065000) (中国气象科学研究院,北京 100081)

梁 群 张富荣

(辽宁省朝阳市气象科研所,122000)

提 要

应用层次分析法确定朝阳市农业气候资源开发优先级,首先选取社会效益和经济效益为目标,建立层次结构,构造判断矩阵,进行层次单排序和总排序,从而确定农业气候资源开发优先级,为有关部门决策提供科学的依据。

关键词: 层次分析法 资源开发优先级 层次结构 判断矩阵

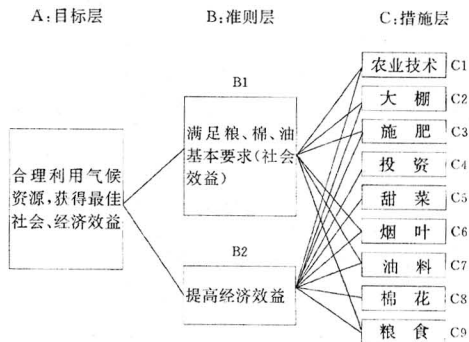
引 言

层次分析法是美国运算学家匹兹堡大学教授萨蒂^[1]于70年代提出的一种新的定性分析与定量分析相结合的决策方法,它先把复杂问题分解成各个组成因素,并将各组成因素按支配关系分组,形成递阶层次结构。再通过两两比较的方式确定各层次中诸因子的相对重要性,然后综合决策者的判断,确定决策方案相对重要性的总排序。它是分析复杂问题的一种简便方法,特别适用于那些难于完全用定量进行分析的复杂问题。该方法80年代引入我国,近年来已在很多领域应用,得到了很好的效果。傅伯杰^[2]探讨了层次分析法在区域生态环境预警中的应用;顾定法^[3]把层次分析法应用于水资源合理利用的最佳方案决策;杨少年^[4]运用层次分析法来综合评价企业的经济效益,均收到了良好效果。由于层次分析法研究内容非常广泛,本文宗旨重在应用,故内容重点放在用层次分析法来确定朝阳市农业气候资源开发利用的优

先级,为有关部门决策服务。

1 建立层次结构

将复杂的问题条理化、层次化,构造出一个层次分明的结构,见附图。



附图 层次分析结构

目标层(A层)是朝阳市为充分合理利用农业气候资源,以获得最佳经济和社会效益。准则层(B层)包括两个因素,B1:满足当地市场粮、棉、油基本要求,获得最佳社会效益;

B2:取得最佳经济效益。措施层(C层),包括9个元素,分别为:C1 粮食面积的调整,C2:棉花面积的调整,C3:油料面积的调整,C4:烟草面积的调整,C5:甜菜面积的调整,C6:投资,C7:施肥,C8:大棚面积的调整,C9:农业技术。

2 构造判断矩阵

判断矩阵表示同一层次中各个因素对于上一层次某个因素的重要程度。假设A层次中的因素 A_k 与下一层次中的 n 个因素 B_1, B_2, \dots, B_n 有联系,则可建立 B_1, B_2, \dots, B_n 对于 A_k 的判断矩阵,如表1。

表1 判断矩阵

A_k	B_1	B_2	B_n
B_1	b_{11}	b_{12}	b_{1n}
B_2	b_{21}	b_{22}	b_{2n}
\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
B_n	b_{n1}	b_{n2}	b_{nn}

表中元素 b_{ij} 对 A_k 而言,表示 B_i 相对于 B_j 的重要程度。即两个元素 B_i 和 B_j 哪一个更重要,重要多少,并按1—9比例标度对重要性程度赋值。表2列出了1—9标度的含义。各个 B_{ij} 的数值,可根据已有的资料、地方专家意见和自己的认识综合起来予以确定。

表2 1—9标度的含义

标度	含 义
1	表示两元素相比,具有同等重要性
3	表示两元素相比,前者比后者稍重要
5	表示两元素相比,前者比后者明显重要
7	表示两元素相比,前者比后者强烈重要
9	表示两元素相比,前者比后者极端重要

2,4,6,8 表示上述相邻判断的中间值。

倒数:若元素 i 与元素 j 的重要性之比为 b_{ij} ,那么元素 j 与元素 i 重要性之比为 $b_{ji}=1/b_{ij}$

根据以上原则和方法,我们构造了3个判断矩阵,见表3—5。

表3 A—B判断矩阵

A	B1	B2
B1	1	1/3
B2	3	1

表4 B1—C判断矩阵

B1	C1	C2	C3	C6	C7	C9
C1	1	9	9	5	8	7
C2	1/9	1	1/3	1/5	1/3	1/4
C3	1/9	3	1	1/4	1/2	1/3
C6	1/5	5	4	1	6	5
C7	1/8	3	2	1/6	1	1/3
C9	1/7	4	3	1/5	3	1

表5 B2—C判断矩阵

B2	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
C1	1	8	8	9	9	2	5	6	4
C2	1/8	1	4	5	5	1/6	1/3	1/4	1/5
C3	1/8	1/4	1	3	4	1/7	1/4	1/5	1/6
C4	1/9	1/5	1/3	1	3	1/8	1/5	1/6	1/7
C5	1/9	1/5	1/4	1/3	1	1/9	1/6	1/7	1/8
C6	1/2	6	7	8	9	1	5	4	3
C7	1/5	3	4	5	6	1/5	1	2	1/3
C8	1/6	4	5	6	7	1/4	1/2	1	1/4
C9	1/4	5	6	7	8	1/3	3	4	1

3 层次单排序

分别求出以上3个判断矩阵的最大特征向量 λ_{max} 和对应的特征向量 $\varphi = [\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n]^T$, 并将 φ 中各分量的大小作为对下一层次中各因素排列的根据; φ_i 越大,则说明下一层次中的因素对于上一层次某因素而言越重要。

n 阶判断矩阵的量最大特征值 $\lambda_{max} \geq n$, 对应特征向量 φ 的各分量都是正数。特别是当判断矩阵有完全一致性时, $\lambda_{max} = n$, 而其它特征值为零。

萨蒂用以下两个量作为衡量判断矩阵一致性的标准:

(1)一致性指标: $CI = (\lambda_{max} - n) / (n - 1)$, $CI = 0$ 等价于判断矩阵具有完全的一致性。

(2)平均随机一致性指标: $CR = CI / RI$, 其中参数 RI 的数值如表6所示。当 $CR < 0.1$ 时,认为判断矩阵具有可满意一致性。否则需要判断矩阵进行修改和调整。

表6 参数 RI 的数值

阶数	1,2	3	4	5	6	7	8	9
RI	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

按上述方法,对3个判断矩阵分别进行计算,判断矩阵A—B有: $\varphi_1 = 0.25, \varphi_2 = 0.75, \lambda_{\max} = n = 2$,所以, $CI = 0$,说明判断矩阵具有完全一致性。对于总目标来说,获得最佳经济效益比获取最佳社会效益更重要。

判断矩阵B1—C层,经多次调整计算得: $\varphi_1 = 0.53293, \varphi_2 = 0.02923, \varphi_3 = 0.04732, \varphi_4 = 0.23090, \varphi_5 = 0.05898, \varphi_6 = 0.10065, \lambda_{\max} = 6.59608, CI = 0.11922, CR = 0.09614 < 0.1$,判断矩阵具有可满意一致性。

对于目标BI即社会效益而言,单排序结果为:粮食>投资>农业技术>施肥>油料>棉花。

判断矩阵B2—C层,经反复调整上机计算得 $\varphi_1 = 0.32438, \varphi_2 = 0.04696, \varphi_3 = 0.02895, \varphi_4 = 0.01958, \varphi_5 = 0.01392, \varphi_6 = 0.24249, \varphi_7 = 0.0877, \varphi_8 = 0.08036, \varphi_9 = 0.15567, \lambda_{\max} = 10.13846, CI = 0.14231, CR = 0.098145 < 0.1$,通过一致性检验,认为判

$$\begin{aligned}
 b_1 &= 0.53293 \times 0.25 + 0.32438 \times 0.75 = 0.37652 \\
 b_2 &= 0.02923 \times 0.25 + 0.04696 \times 0.75 = 0.04253 \\
 b_3 &= 0.04732 \times 0.25 + 0.02895 \times 0.75 = 0.03354 \\
 b_4 &= 0 \times 0.25 + 0.01958 \times 0.75 = 0.01469 \\
 b_5 &= 0 \times 0.25 + 0.01392 \times 0.75 = 0.01044 \\
 b_6 &= 0.23090 \times 0.25 + 0.24249 \times 0.75 = 0.23959 \\
 b_7 &= 0.05898 \times 0.25 + 0.0877 \times 0.75 = 0.08052 \\
 b_8 &= 0 \times 0.25 + 0.08036 \times 0.75 = 0.06027 \\
 b_9 &= 0.10065 \times 0.25 + 0.15567 \times 0.75 = 0.14192
 \end{aligned}$$

当我们把A—B判断矩阵做如下变换时,结果见表7。

表7 A—B判断矩阵

A	B1	B2
B1	1	3
B2	1/3	1

即以社会效益B1为主时,同上计算得 b_i 如下: $b_1 = 0.48079, b_2 = 0.03366, b_3 = 0.04273, b_4 = 0.0049, b_5 = 0.00348, b_6 = 0.2338, b_7 = 0.06616, b_8 = 0.02009, b_9 = 0.11441$ 。

断矩阵具有可满意一致性,对于目标B2即经济效益而言,单排序结果为:粮食>投资>农业技术>施肥>大棚>棉花>油料>烟草>甜菜。

4 层次总排序

若层次A中有 m 个因素 A_1, A_2, \dots, A_m ,下一层次B中有 n 个因素 B_1, B_2, \dots, B_n ,而且层次B中诸因素对每个 $A_i (i=1, 2, \dots, m)$ 的单排序均已完成。因素 B_j 对于 A_i 的重要性大小计作 b_{ij} (当 A_i 和 B_j 没有联系时 $b_{ij}=0$)。则可由此出发计算各个 B_j 对整个层次A的重要程度 b_j ,这一步骤称为层次总排序。

层次总排序是从上到下进行的。因此,我们认为每个 A_i 对其更上一层次的重要程度 a_i 已知,这时,诸 b_j 的计算公式为: $b_j = \sum a_i \cdot b_{ij}, (i=1, 2, \dots, m; j=1, 2, \dots, n)$

依据上式和目前的结果,我们可以计算出措施层C对目标层A的 b_j 值。

5 总排序一致性检验

对于总排序也需检验其一致性,检验指标如下:

(1)总排序一致性指标 $CI = \sum a_i \cdot CI_i, (i=1, 2, \dots, m)$ 其中 CI_i 是与 A_i 对应层次B的一致性指标。

$CI = 0.09814 + 0.0964 = 0.19428 \neq 0$,所以判断矩阵不具有完全一致性。

(2)总排序随机一致性指标。

$$RC = CI/RI; RI = \sum a_i \cdot RI_i, i = 1, 2$$

……, m 其中 RI_i 是与 A_i 对应的随机一致性指标参数值。

$RI = 1.24 + 1.45 = 2.69, RC = 0.19428 \div 2.69 = 0.07222 < 0.1$, 所以总排序具有可满意一致性。

6 确定农业气候资源开发优先级

由第4节计算的 b_j 值可知, 当以获取最大经济效益为主时, 在9种措施中, 农业气候资源开发优先级排序为: C1—粮食; C6—投资; C9—农业技术; C7—施肥; C8—大棚; C2—棉花; C3—油料; C4—烟草; C5—甜菜。

当以获取最大社会效益为主时, 在9种措施中, 农业气候资源开发优先级排序为: C1—粮食; C6—投资; C9—农业技术; C7—施肥; C3—油料; C2—棉花; C8—大棚; C4—烟草; C5—甜菜。

利用层次分析法, 我们确定了朝阳市农业气候资源开发优先级。当以获取最大经济效益为主时, 开发优先级顺序为: 第一是先调整粮食作物种植结构, 努力提高单产, 以便增加总产。第二是增加投资, 这是至关重要的,

它直接关系到第三、四、五步的推广农业技

术、增施化肥和大力发展塑料大棚。第六步是调整棉花面积, 提高棉花产量。第七步是调整油料结构, 包括芝麻和葵花籽的面积调整。第八步是调整烟草播种面积, 提高烟草产量, 发展优质烟草。第九步是调整甜菜面积, 尽管甜菜面积的多少直接关系到经济效益的高低, 但甜菜生产特别耗地, 所以调整优先级靠后。

当以获取最佳社会效益为主时, 开发优先级顺序和以经济效益为主时的开发优先级顺序略有变化。主要是大棚和油料的优先级顺序交换了位置, 其它顺序未变。

参考文献

- 1 T. L. 萨蒂(美)著. 许树柏等译. 层次分析法——在资源分配、管理和冲突分析中的应用. 北京: 煤炭工业出版社, 1988.
- 2 傅伯杰. AHP法在区域生态环境预警中的应用. 农业系统科学与综合研究, 1992, 8(1): 5—7, 10.
- 3 顾定法. 用层次分析法决策水资源合理利用和保护. 自然资源学报, 1986, 5, 40—47.
- 4 杨少年等. 层次分析法在综合评价企业经济效益中的应用. 系统工程理论与实践, 1993, 3, 35—40.

Applying Analytical Hierarchy Process to Determine the Priority Degrees of Exploiting Climatic Resources in Chaoyang City

Guan Fulai

(Langfang Meteorological Office, Hebei Province, 065000)

Wang Chunyi

(Chinese Academy of Meteorological Sciences, Beijing 100081)

Liang Qun Zhang Furong

(Chaoyang Meteorological Office, Liaoning Province 122000)

Abstract

The Analytical Hierarchy Process is applied to determine the priority degrees of exploiting climatic resources at Chaoyang city in Liaoning province. The social and economical benefit is choiced to establish hierarchic structures and to construct judgement matrix. The hierarchic single range and total range is aligned, then the priority degrees of exploiting agroclimatic resources is determined, It is helpful to the decision of agriculture production.

Key Words: analitical hierarchy process priority degrees of exploiting agroclimatic resources hierarchic structure judgement matrix