

# 黎平县大气环境质量综合评价

尚海龙<sup>1</sup> 罗贵梅<sup>1</sup> 潘秀菊<sup>1</sup> 段苏勇<sup>1</sup> 杨胜<sup>1</sup> 吴帮德<sup>1</sup> 辜华清<sup>21</sup>

(1 凯里学院 旅游学院, 贵州 凯里 556011;

2 贵州省黄平民族中学, 贵州 黄平 556100)

**【摘要】:** 为了评价黎平县大气环境质量状况, 查明污染大气环境的影响因子, 在参照国家大气环境质量标准的基础上, 选取 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub> 作为评价因子, 运用模糊数学方法对黎平县大气环境质量进行定量评价。结果表明: 2010—2018 年, 黎平县大气环境主要污染因子为 PM<sub>10</sub>, 其中 2014 年主要污染物是 SO<sub>2</sub>; 2011—2014 年为轻度污染, 2015—2018 年为清洁且空气质量指数呈现波浪型递增趋势; 研究时段大气环境质量整体状况趋向好转。

**【关键词】:** 大气环境质量 模糊数学 综合评价 黎平县

**【中图分类号】:** X823 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1003-6563(2020)03-0062-05

大气环境质量是影响一个地区生态环境质量整体性的重要指标, 大气环境的改善对于提高地区生态环境效益具有重要意义。大气环境质量综合评价是在国家大气环境质量分级标准体系下, 采用选定的方法确定某一地域的大气环境质量的标准等级<sup>[1]</sup>。目前, 大部分学者主要运用层次分析法<sup>[2-3]</sup>、灰色聚类关联分析法<sup>[4-5]</sup>、模糊综合评价法<sup>[6-8]</sup>等进行大气环境质量评价, 其中模糊综合评价法应用较广。陆婷等<sup>[9]</sup>运用模糊综合评价法构建了京津冀地区大气污染治理力度考核评定模型, 对京津冀八个城市进行排名, 并验证了京津冀环保部门建立执法联动机制的必要性; 矫立军等<sup>[10]</sup>通过模糊综合评价法对京津冀大气环境承载力进行研究, 并针对实证结果提出相应的对策; 张春娜等<sup>[11]</sup>运用模糊数学方法对唐山市大气环境质量进行评价, 得出了大气环境质量为轻度污染的结论。纵览以上研究, 其评价结果较其他研究方法更为客观与接近实况, 且为后续相关研究提供了理论方法与实践指导。因此, 本文运用模糊综合评价法对黎平县大气环境质量进行综合评价, 从而客观确定大气环境质量水平等级, 以期改善与保护大气环境提供一定参考。

黎平县位于东经 108° 31′ ~109° 31′, 北纬 25° 41′ ~26° 08′, 地处黔、湘、桂三省(区)交界及云贵高原向江南丘陵过渡地区, 属亚热带季风性湿润气候, 年平均气温 16℃左右。2018 年空气质量综合指数 2.77, AQI 优良天数比例为 98.31%, SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub> 与 CO 浓度分别为 12 μg/m<sup>3</sup>、9 μg/m<sup>3</sup> 与 1.1 mg/m<sup>3</sup>。

## 1 评价指标构建

国家规定的环境质量标准, 主要是针对同一时空环境所允许的污染物容量, 并根据该标准进行控制污染与改善环境, 将环境质量保护规划纳入经济社会发展范畴。根据《环境空气质量标准》将大气环境质量划分为 I、II、III、IV 级, 然而这个等级划分只规定了各污染物的浓度限值, 由于不同污染标准级别间各指标限量跨度较大, 并没有对污染物的单因子权重和综合评价权重做规定<sup>[11]</sup>。因此, 运用该标准对大气环境质量进行的综合评价, 可能会有一些误差。根据国家环保总局颁发的《环境空气质量监测

**作者简介:** 尚海龙(1979-), 男, 甘肃宁县人, 副教授, 硕士研究生导师, 主要从事区域生态经济研究。

**基金项目:** 贵州省教育厅青年科技人才成长项目(KY2017336)。

规范》附件一<sup>[12]</sup>,本文选取了 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>以及 PM10 作为主要评价因子(表 1<sup>[11]</sup>),运用模糊综合评价法对黎平县大气环境质量进行评价,以期为大气环境质量预测和保护提供有益参考。

表 1 大气环境质量评价标准

项目	评价标准			
	I (清洁)	II (轻污染)	III (中污染)	IV (重污染)
SO <sub>2</sub>	0.02	0.06	0.10	0.14
NO <sub>2</sub>	0.02	0.04	0.08	0.15
PM10	0.04	0.10	0.15	0.20

## 2 评价方法与数据来源

### 2.1 大气环境主要污染物的隶属度函数

本研究通过运用污染物的测量值和各级污染物的评价标准测算污染物对应的污染等级的隶属度。隶属度函数主要包括高斯隶属度函数、降半阶隶属度函数以及三角隶属度函数等。在此运用降半阶隶属度函数,可以用  $j$  表示污染的等级,  $j=1, 2, \dots, n$ ; 用  $x_i$  表示环境要素的第  $i$  种污染物的测量值; 用  $S_{ij}$  表示第  $i$  种污染物的第  $j$  级标准; 用  $r_{ij}$  表示第  $i$  种污染物对应的第  $j$  级隶属度<sup>[11]</sup>。隶属度具体测算公式如下:

当  $j=1$  时, 大气环境质量为 I 级, 数学表达式为:

$$r_{ij} = \begin{cases} 0 & x \geq S_{i2} \\ \frac{S_{i2} - S_{i1}}{S_{i1} - S_{i2}} & S_{i1} \leq x_i \leq S_{i2} \\ 1 & x_i \leq S_{i1} \end{cases} \quad (1)$$

当  $j=2, 3$  时, 大气环境质量为 II、III 级, 数学表达式为:

$$r_{ij} = \begin{cases} 0 & x_i \leq S_{i(j-1)} \text{ 或 } x_i \geq S_{i(j+1)} \\ \frac{x_i - S_{i(j-1)}}{S_{ij} - S_{i(j-1)}} & S_{i(j-1)} < x_i < S_{ij} \\ \frac{S_{i(j+1)} - x_i}{S_{i(j+1)} - S_{ij}} & S_{ij} < x_i < S_{i(j+1)} \end{cases} \quad (2)$$

当  $j=4$  时, 大气环境质量为 IV 级, 数学表达式为:

$$r_{ij} = \begin{cases} 0 & x_i \leq S_{i3} \\ \frac{x_i - S_{i3}}{S_{i4} - S_{i3}} & S_{i3} \leq x_i \leq S_{i4} \\ 1 & x_i \leq S_{i4} \end{cases} \quad (3)$$

## 2.2 模糊关系矩阵

建立模糊关系的方法,须用全部污染物指标建立一个  $m \times n$  的隶属度矩阵。本研究中设污染物项目数  $m=3$ 、大气环境质量标准  $n=4$ ,就成功得到了一个第  $i$  年的  $3 \times 4$  的隶属度矩阵  $R_{i3}$ 。

## 2.3 权重模糊矩阵

赋权方法在模糊综合评价中可以分为主观赋权法和标准赋权法两大类型。超标倍数法作为主观赋权方法之一,运用此方法能够将权值全部统一化,不但突出了环境质量评价中主要污染物所产生的作用,而且考虑到不同污染物标准值的差异,使计算更为快捷简便<sup>[11]</sup>。其测算数学表达式如式(4)所示。

$$w_i = \frac{x_i/S_i}{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{S_i}} \quad (4)$$

式中: $w_i$ 为污染物  $i$  的权重值; $S_i$ 为第  $i$  种污染物 3 个类别标准的平均值; $x_i$ 为污染物  $i$  的实际浓度值。

## 2.4 确定模糊综合评价矩阵

模糊评价结果矩阵是一个一维向量,它包含  $n$  个元素,根据隶属度原则可以从结果矩阵中得到评价对象的污染等级,使得结果矩阵的  $n$  个元素与  $n$  个污染等级之间一一对应,同时可知结果矩阵的  $n$  个元素中的每一个元素的参数值,对应的评价对象污染等级可进行对应判定<sup>[11]</sup>。本文采用此方法,以获取综合评价结果矩阵  $R_{i3}$ ,准确判断某年的污染等级,以便对评价对象做出更科学的评价结果。

## 2.5 数据来源

研究区 2010—2018 年影响大气环境质量主要评价因子的原始数据(表 2)来源于黔东南州人民政府网站。

表 2 黎平县污染物年均浓度

年份	污染物名称/( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )		
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	PM10
2010 年	0.029	0.024	0.048

2011年	0.014	0.021	0.080
2012年	0.018	0.016	0.098
2013年	0.016	0.009	0.113
2014年	0.052	0.009	0.064
2015年	0.012	0.007	0.045
2016年	0.020	0.011	0.052
2017年	0.012	0.009	0.043
2018年	0.011	0.009	0.049

### 3 结果与分析

#### 3.1 环境质量的模糊关系矩阵

建立模糊关系矩阵。以2010年的数据为例,建立隶属度矩阵式(5)。由式(5)可见,2010年黎平县大气污染物中的污染物浓度均为一级,SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM10的浓度分别是77.5%、80%、87%。将表2中的数据,代入隶属度函数(式1-3)进行测算,可建立模糊隶属矩阵(表3)。据表3,SO<sub>2</sub>在2013年污染程度为中度,2014年污染程度为轻度,2010—2012年和2015—2018年均属清洁;NO<sub>2</sub>研究时段均属清洁,而PM10在2010—2013年为轻度污染,2014—2018年为清洁,其轻度污染的隶属度分别为0.133,0.667,0.967,0.74,0.4,0.083,0.2,0.05,0.015。此反映出,PM10隶属度在研究时段呈显波浪式降低趋势。

$$\begin{aligned}
 R_{ij} &= \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & r_{14} \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & r_{24} \\ r_{31} & r_{32} & r_{33} & r_{34} \end{bmatrix} \\
 &= \begin{bmatrix} 0.755 & 0.225 & 0 & 0 \\ 0.8 & 0.2 & 0 & 0 \\ 0.87 & 0.133 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \text{SO}_2 \\ \text{NO}_2 \\ \text{PM10} \end{bmatrix} \quad (5)
 \end{aligned}$$

表3 黎平县大气污染隶属度

年份	项目	隶属度			
		I	II	III	IV
2010年	SO <sub>2</sub>	0.775	0.225	0	0
	NO <sub>2</sub>	0.8	0.200	0	0
	PM10	0.870	0.133	0	0

2011 年	SO <sub>2</sub>	1	0	0	0
	NO <sub>2</sub>	0.950	0.050	0	0
	PM10	0.333	0.667	0	0
2012 年	SO <sub>2</sub>	1	0	0	0
	NO <sub>2</sub>	1	0	0	0
	PM10	0.033	0.967	0	0
2013 年	SO <sub>2</sub>	1	0	0	0
	NO <sub>2</sub>	1	0	0	0
	PM10	0	0.740	0.26	0
2014 年	SO <sub>2</sub>	0.2	0.800	0	0
	NO <sub>2</sub>	1	0	0	0
	PM10	0.6	0.400	0	0
2015 年	SO <sub>2</sub>	1	0	0	0
	NO <sub>2</sub>	1	0	0	0
	PM10	0.917	0.083	0	0
2016 年	SO <sub>2</sub>	1	0	0	0
	NO <sub>2</sub>	1	0	0	0
	PM10	0.8	0.2	0	0
2017 年	SO <sub>2</sub>	1	0	0	0
	NO <sub>2</sub>	1	0	0	0
	PM10	0.950	0.050	0	0

续表 3

年份	项目	隶属度			
		I	II	III	IV
2018 年	SO <sub>2</sub>	1	0	0	0
	NO <sub>2</sub>	1	0	0	0
	PM10	0.850	0.150	0	0

3.2 权重模糊矩阵

根据式(4), 得出 2010—2018 年黎平县大气环境质量的权重, 并对  $w_i$  进行归一化处理得到一个  $1 \times 3$  的权重值矩阵 A, 具体结果如表 4 所示。据表 4 分析, 结果发现 2014 年影响黎平县大气质量的主要污染物因子是  $SO_2$ , 2010—2013 年和 2015—2018 年影响黎平县大气环境的主要污染物因子是 PM10, 其权重分别为 0.361, 0.584, 0.642, 0.74, 0.403, 0.598, 0.514, 0.561, 0.605。究其原因主要是黎平县大气环境质量受到施工及运输扬尘、燃煤烟气污染源交通源粉、冶炼尘、建材尘等影响较大。因此, 要保持黎平县空气环境质量的优良状态, 须强化大气环境治理, 并不断完善保护政策。

表 4 单项污染因子权重

年份	$SO_2$	$NO_2$	PM10
2010 年	0.334	0.305	0.361
2011 年	0.157	0.259	0.584
2012 年	0.181	0.177	0.642
2013 年	0.160	0.100	0.740
2014 年	0.501	0.096	0.403
2015 年	0.244	0.157	0.598
2016 年	0.303	0.184	0.514
2017 年	0.240	0.199	0.561
2018 年	0.208	0.188	0.605

### 3.3 模糊综合评价矩阵

根据模糊综合评价矩阵对单项污染因子权重进行计算(表 5)。综合评价结果表明, 黎平县的空气质量 2010 年属于清洁, 2011—2014 年为轻度污染, 2015—2018 年为清洁。2010—2012 年轻度污染权重指数呈上升趋势, 2013—2018 年呈下降趋势。总体来讲, 研究时段黎平空气环境质量趋向清洁发展。

表 5 模糊综合评价结果

年份	I	II	III	IV	评价结果
2010 年	0.616	0.384	0	0	清洁
2011 年	0.363	0.637	0	0	轻度污染
2012 年	0.220	0.780	0	0	轻度污染
2013 年	0.138	0.638	0.224	0	轻度污染
2014 年	0.445	0.555	0	0	轻度污染

2015 年	0.878	0.122	0	0	清洁
2016 年	0.720	0.280	0	0	清洁
2017 年	0.918	0.082	0	0	清洁
2018 年	0.801	0.199	0	0	清洁

## 4 结果及分析

本文在参照国家大气环境质量标准的基础上,选取 SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM10 作为评价因子,运用模糊数学方法对黎平县大气环境质量进行定量综合评价,得出以下结论:

1) 2014 年影响黎平县大气环境质量的主要污染物因子是 SO<sub>2</sub>, 2010—2013 年和 2015—2015 年影响黎平县大气环境质量的主要污染物因子是 PM10, 其权重分别为 0.361, 0.584, 0.642, 0.74, 0.403, 0.598, 0.514, 0.561, 0.605。

2) 模糊综合评价结果表明黎平县的空气质量 2010 年属于清洁, 2011—2014 年为轻度污染, 2015—2018 年为清洁。2010—2012 年污染权重指数呈上升趋势, 2013—2018 年呈下降趋势, 反映出黎平空气环境质量趋向清洁方向发展。

黎平县环境空气质量主要受施工及运输扬尘、燃煤烟气污染源交通源粉、冶炼尘、建材尘等影响。因此,要强化环境空气质量实时监控,着力在建筑扬尘、能源污染与工业污染等方面上加大整治力度,并确保综合整治工作有效实施。

### 参考文献:

- [1]环境保护部. 环境空气质量标准:GB 3095-2012[S]. 北京:中国环境科学出版社, 2016.
- [2]卓倩, 杨文卿, 钱庆荣, 等. 层次分析法在福州市大气环境质量评价中的应用[J]. 福建师范大学学报(自然科学版), 2012, 28(1):60-65.
- [3]张红日, 尹晓林. 基于层次分析法的 2004-2013 年青岛市大气环境质量评价研究[J]. 环境科学与管理, 2015, 40(7):180-184.
- [4]马艳琴. 改进的灰色聚类关联分析法在大气质量评价中的应用[J]. 山东轻工业学院学报(自然科学版), 2013, 27(2):63-66.
- [5]张丹梅. 气象因子与区域大气污染浓度的灰色关联分析研究[J]. 环境科学与管理, 2019, 44(7):79-83.
- [6]矫立军. 京津冀大气环境承载力阻碍区域经济发展的问题研究——基于模糊综合评价法[J]. 经济研究导刊, 2016(21):60-62.
- [7]刘张强, 马民涛, 朴锦泉. 基于模糊综合评价法的河北省大气环境质量评价[J]. 四川环境, 2015, 34(5):94-98.
- [8]张伟, 崔靖, 曹鹏. 模糊综合评价法在大气环境质量评价中的应用[J]. 广州化工, 2012, 40(23):117-119.

- 
- [9]陆婷, 朱家明, 陈涛, 等. 基于模糊综合评价对京津冀大气污染的分析[J]. 哈尔滨商业大学学报(自然科学版), 2019, 35(4):503-507.
- [10]矫立军. 京津冀大气环境承载力阻碍区域经济发展的问题研究——基于模糊综合评价法[J]. 经济研究导刊, 2016(21):60-62.
- [11]张春娜, 李良玉. 唐山市大气环境质量的模糊数学综合评价[J]. 中国农学通报, 2012, 28(35):192-196.
- [12]国家环保总局. 关于发布《环境空气质量监测规范》(试行)的公告[EB/OL]. (2007-01-19)[2019-10-30]. [http://www.mee.gov.cn/gkml/zj/gg/200910/t20091021\\_171691.htm](http://www.mee.gov.cn/gkml/zj/gg/200910/t20091021_171691.htm).