

Analysis of air pollution characteristics and its change trend in Shilin City, Yunnan province

Yanfei Tan¹ Baohui Li^{2*} Shiwei Li²

1. Ecological Environment Monitoring Station of Shilin Branch of Kunming Ecological Environment Bureau, Kunming, Yunnan, 650000, China

2. Ecological Environment Monitoring Station of Yiliang Branch of Kunming Ecological Environment Bureau, Kunming, Yunnan, 650000, China

Abstract

Based on the annual automatic air monitoring data of Shilin County, the average value of sulfur dioxide, nitrogen dioxide, fine particulate matter and fine particulate matter in 2017-2022 has reached the secondary standard limit of Ambient Air Quality Standard (GB 3095-2012). Using pollutant average load coefficient analysis and pollutants Separman rank correlation coefficient analysis, select sulfur dioxide, nitrogen dioxide, fine particles, fine particulate matter four environmental air pollutant index of shilin city 2017-20226 years environmental air pollution characteristics and change trend are analyzed, the results show that the county atmospheric environment quality of main pollutants is fine particulate matter. Sulfur dioxide, nitrogen dioxide, fine particulate matter and fine particulate matter changed smoothly.

Keywords

Air quality; pollution characteristics; change trend; rank correlation coefficient method; Shilin City

云南石林城区空气污染特征及其变化趋势分析

谭彦飞¹ 李宝慧^{2*} 李士伟²

1. 昆明市生态环境局石林分局生态环境监测站, 中国·云南 昆明 650000

2. 昆明市生态环境局宜良分局生态环境监测站, 中国·云南 昆明 650000

摘要

基于石林县年空气自动监测数据, 石林县城区2017年-2022年二氧化硫、二氧化氮、可吸入颗粒物、细颗粒物平均值均达到《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)二级标准限值。分别采用污染物平均负荷系数分析法和污染物Separman秩相关系数分析法, 选取二氧化硫、二氧化氮、可吸入颗粒物、细颗粒物四项环境空气污染物指标对石林县城区2017-2022年6年环境空气污染特征及其变化趋势进行分析, 研究结果表明影响石林县城大气环境质量的主要污染物是细颗粒物。二氧化硫、二氧化氮、可吸入颗粒物、细颗粒物变化平稳。

关键词

空气质量; 污染特征; 变化趋势; 秩相关系数法; 石林城区

1 石林县概况

1.1 地理位置概况

石林县坐落在云南省的东部地区, 位于昆明市的东南角, 是昆明市下辖的一个郊区县, 与昆明市中心的距离为78km。境内地形地貌复杂, 气候温和, 雨量充沛, 光照充足, 土地肥沃, 是发展农业生产条件较好的地区之一。该地区的东部和南部与红河哈尼族彝族自治州的泸西县和弥勒县相邻, 北部则与曲靖市的陆良县接壤, 而西部和西北部则与昆明市的宜良县相连。^[1]

1.2 大气污染来源概况

依据石林县城区的整体规划, 该区并没有大规模的工业企业产生大气污染物。影响空气质量的主要污染源包括机动车如燃油汽车和燃油摩托车, 它们主要释放氮氧化物等有害物质; 燃煤发电、炼焦化工生产、建材和其他建材行业排放废气污染。在建筑领域, 如石材、木材、沙石料、水泥制品、混凝土搅拌和房地产建设等, 主要的污染源是颗粒物和其他污染物的释放; 煤炭开采、洗选及炼焦业排放烟尘、二氧化硫、总悬浮微粒等污染物。一些餐饮和加工制造行业所使用的锅炉, 由于采用了更环保的生物质和天然气作为燃料, 其主要的污染来源是颗粒物; 在道路和裸露的土地上产生的扬尘污染中, 颗粒物是主要的污染源; 城市加油站产出的挥发性有机污染物质。

【作者简介】谭彦飞(1987-), 男, 中国云南晋宁人, 本科, 工程师, 从事环境监测研究。

2 石林县城区大气污染分析

2.1 评价指标的选取及评价标准

本次大气污染分析中选取大气中的 SO₂ (二氧化硫)、NO₂ (二氧化氮)、PM₁₀ (可吸入颗粒物)、PM_{2.5} (细颗粒物) 四项污染物为评价指标。各污染物的评价指标采用《环境空气质量标准》(GB 3095-2012) 二级标准限值, 污染物浓度标准限值详见表 1。

表 1 污染物浓度标准限值 (μg/m³)

监测项目	二级标准
SO ₂	60
NO ₂	40
PM ₁₀	70
PM _{2.5}	35

2.2 石林县城 2017-2022 年各年度大气污染物的变化

2017-2022 年 SO₂ (二氧化硫)、NO₂ (二氧化氮)、PM₁₀ (可吸入颗粒物)、PM_{2.5} (细颗粒物) 浓度变化如图 1 所示。

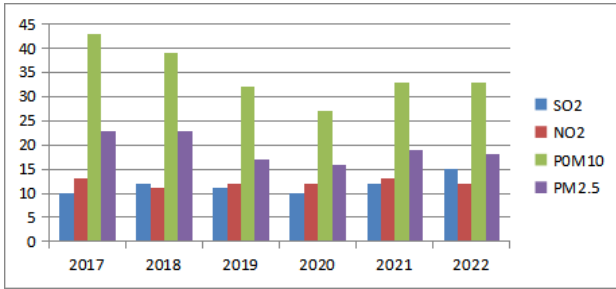


图 1 2017-2022 年石林县城区大气污染物的浓度分布图 (μg/m³)

从图中可以看出 SO₂ (二氧化硫) 2022 年最高、NO₂ (二氧化氮) 2017 年最高、PM₁₀ (可吸入颗粒物) 2017 年最高、PM_{2.5} (细颗粒物) 2017 年最高。结合表 1 污染物浓度标准限值, 石林县城区 2017 年 -2022 年 SO₂ (二氧化硫)、NO₂ (二氧化氮)、PM₁₀ (可吸入颗粒物)、PM_{2.5} (细颗粒物) 平均值均达到《环境空气质量标准》(GB 3095-2012) 二级标准限值。

2.3 空气污染因子平均负荷系数分析

为确定四项污染物对石林县城区空气质量的贡献大小, 采用污染因子负荷系数来研究污染因子的占比, 进而确定主要污染因子, 评价石林县城区环境空气质量。

污染负荷系数计算公式为: $F_i = P_i/P$; 单项污染指数:

$P_i = C_i/S_i$; 综合污染指数: $P = \sum P_i$;

式中:

P - 空气综合污染指数;

P_i - i 项空气污染物的分指数;

F_i - i 项空气污染物的污染负荷系数;

C_i 为 i 项空气污染物浓度的年均值;

S_i - i 项空气污染物的环境质量标准限值。

2.4 石林县城 6 年大气污染物的平均负荷系数

在本次计算四种污染物的平均负荷系数时, 我们采用了《环境空气质量标准》(GB3095-2012) 的年均值二级标准限值, 其中 SO₂ (二氧化硫) 的具体限值为 60 μg/m³、NO₂ (二氧化氮) 为 40 μg/m³、PM₁₀ (可吸入颗粒物) 为 70 μg/m³、PM_{2.5} (细颗粒物) 为 35 μg/m³。基于这些污染物的污染负荷系数, 我们进一步分析了各种污染物的占比情况。同时结合气象条件和气象因素对各项污染物进行相关性研究。利用四种污染物的浓度数值和平均负荷系数的计算方法, 我们得到了 2017-2022 年石林县城区四种大气污染物的平均负荷系数, 具体的数值可以参考表 2。

表 2 石林县城区大气污染物的平均负荷系数 (%)

年度	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2.5}
2017	9.5	18.4	34.8	37.3
2018	11.3	15.6	31.6	37.3
2019	10.4	17.0	25.9	27.5
2020	9.5	17.0	21.9	25.9
2021	11.3	18.4	26.7	30.8
2022	14.2	17.0	26.7	29.2
平均值	11.0	17.3	28.0	31.3

根据表 2 的数据, 石林县城的 4 种污染物中, PM_{2.5} (细颗粒物) 的污染负荷系数达到了 31.3%, PM₁₀ (可吸入颗粒物) 的污染负荷系数为 28.0%, NO₂ (二氧化氮) 的污染负荷系数为 17.3%, 而 SO₂ (二氧化硫) 的污染负荷系数为 11.0%。其中, PM_{2.5} (细颗粒物) 的污染负荷系数最高, 高达 31.3%。这些数据表明, 在 2017-2022 年的 6 年间, PM₂ (二氧化硫)、NO₂ (二氧化氮)、PM₁₀ (可吸入颗粒物) 和 PM_{2.5} (细颗粒物) 是石林县城的主导污染物。

3 石林县城空气质量变化趋势分析

大气环境质量污染趋势分析采用污染物 Spearman 秩相关系数法, 将各要素的样本值按数据的大小顺序排列位次, 以各要素样本值的位次代替实际数据而求得统计量^[2]。

$$r_s = 1 - (6 \sum d_i^2) / (n^3 - n)$$

$$d_i = x_i - y_i$$

式中: d_i - 变量 X_i 和 Y_i 的差值

x_i - 周期 1 到周期 2 按浓度值从小到大排列的序号

y_i - 按时间顺序排列的序号

我们将秩相关系数 r_s 的绝对数值与 Spearman 秩相关系数统计表里的临界值 W_p 做了对比。当 |r_s| > W_p 的值出现时, 这意味着变化的趋势具有明显的重要性; 反之表示变化趋势无明显规律。若 r_s 呈现为负数, 这意味着在评估的时间段里, 空气的质量正在呈现下降或上升的态势; 反之为上升趋势或恶化趋势。若 r_s 为正数, 这意味着在评估的时间段里, 空气的质量呈现出增长或恶化的态势。当 |r_s| ≤ W_p 的情况下, 这意味着变化的趋势并不具有明显的重要性, 这意味着在评

估的时间段内,变化是稳定的或者是平稳的。^[3]

根据 Separman 秩相关系数法,选取 2017 年-2022 年 6 年的监测数据,分别计算石林县城 SO₂ (二氧化硫)、NO₂ (二氧化氮)、PM₁₀ (可吸入颗粒物)、PM_{2.5} (细颗粒物) 秩相关系数 (r_s), 根据统计出的数据开展石林县成空气质量研究分析, 当 $n=6$ 时, $W_p=0.829$, 各污染物秩相关系数详见表 3。

表 3 各污染物秩相关系数 (r_s)

污染物	r_s	W_p
SO ₂	0.60	0.829
NO ₂	0.31	0.829
PM ₁₀	0.03	0.829
PM _{2.5}	-0.49	0.829

从表 3 中可以看出: SO₂(二氧化硫)、NO₂(二氧化氮)、PM₁₀(可吸入颗粒物)、PM_{2.5}(细颗粒物) $|r_s| < W_p$, 表明变化趋势没有显著意义; 说明在 2017-2022 年 5 年的时间内 SO₂(二氧化硫)、NO₂(二氧化氮)、PM₁₀(可吸入颗粒物)、PM_{2.5}(细颗粒物) 变化平稳。

4 结论

石林县县城环境空气质量 2017 年-2022 年平均值分别均达到《环境空气质量标准》(GB 3095-2012) 二级标准, 总体优良。

2017 年-2022 年选取评价的四项污染物中石林城区大气环境质量主要影响因素为 PM_{2.5} (细颗粒物), 其次是 PM₁₀ (可吸入颗粒物)。

2017-2022 年 6 年的时间内 SO₂ (二氧化硫)、NO₂ (二氧化氮)、PM₁₀ (可吸入颗粒物)、PM_{2.5} (细颗粒物) 变化平稳。

5 措施与建议

5.1 严格实施大气环境分级管控

根据石林县大气环境空间管控单元划分结果, 严格执行大气环境分级管控要求, 从源头布局工业企业落地。

5.2 加快推进能源结构清洁化

继续实施能源消耗总量和强度双控行动。实施煤炭消费总量控制, 建立能源消费总量监测体系和预测预警机制。落实节能标准体系, 大力开发、推广节能高效技术和产品, 实现重点用能行业、设备节能标准全覆盖。

5.3 强化移动源污染防治

严格实施与国家标准同步的排放标准, 禁止销售不符合国家排放标准的各种机动车。大力推进绿色交通体系建设。坚持公交优先、城乡一体的发展战略思路, 加快引导城乡公交一体化发展, 加快建设现代有轨电车交通系统, 优化公交线路, 加快既有公交车辆更新改造和升级, 淘汰排放标准低的老旧车辆, 促进绿色循环低碳交通发展。

参考文献

- [1] 民族旅游经济与其发展环境的关系研究——以石林彝族自治县为例张淑云;李禾;-《经济研究导刊》-2008-08-25
- [2] 万黎Separman 秩相关系数的批量计算[1].环境保护科学, 2008,34 (5): 53 -55.
- [3] 安庆市地表水污染特征分析及防治对策章宜浩;-《安庆师范学院学报(自然科学版)》-2012-02-15