

# 蒲江县近年空气质量变化趋势及污染特征分析

王娟<sup>1</sup> 羊德容<sup>1</sup> 罗冬<sup>2</sup>

1. 成都市污染源监测中心蒲江监测站; 2. 成都齐盟复华环境科技有限公司

**摘要:** 采用2015~2021年蒲江县环境空气质量监测数据, 对该县近几年空气质量动态性进行监测, 同时梳理其变化中的特征。结果表明: 蒲江县优良天数比例范围为71.2%~89.6%, 且总体呈逐年好转趋势; SO<sub>2</sub>、颗粒物改善明显; PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>比例基本维持在65.8%左右, 二次转化问题突出; NO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>逐年上升, 大气氧化性逐年增强; O<sub>3</sub>污染形势严峻, 需加大对前体物质VOC<sub>s</sub>和NO<sub>x</sub>等的协同减排。

**关键词:** 蒲江县; 空气质量; 污染特征; 秩相关

**[DOI]** 10.12254/j.issn.2096-6539.2022.07.092

## 一、前言

近年来, 环境空气臭氧污染问题开始凸显, 同时颗粒物超标状况仍然严重, 大气污染呈现局地 and 区域污染相结合、混合型污染模式频出, 由此可以看出大气治理的迫切性<sup>[1]</sup>, 重大节日对区域空气质量造成显著影响<sup>[2]</sup>。蒲江县境为三山夹两河地形, 全年以东北风和西南风为主, 不利于污染物的平移散逸和垂直扩散, 特别是有输入性污染入侵时, 污染物由东北方向(成都)进入遇到长秋山、大五面山和小五面山的阻挡, 极易造成污染物堆积效应。在此背景下, 分析蒲江县环境空气质量变化特征能够为蒲江县城市规划、城市环境改善提供科学依据。

## 二、方法

### (一) 数据来源

数据主要来源于成都环境空气监测管理系统、四川省空气质量监测网络管理系统、环境空气质量公报和相关文献资料等。数据为《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)及修改单中规定的6个基本项目: 二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、二氧化氮(NO<sub>2</sub>)、可吸入颗粒物(PM<sub>10</sub>)、细颗粒物(PM<sub>2.5</sub>)、一氧化碳(CO)、臭氧(O<sub>3</sub>); 气态污染物浓度为参比状态下的浓度(298.15K、1013.25hPa)、颗粒物浓度为监测时大气温度和压力下的浓度。

### (二) 数据处理

《环境空气质量标准》(GB 3095-2012)及修改单规定的二级浓度限值、《环境空气质量指数(AQI)技术规范(试行)》(HJ 633-2012)、《环境空气质量

评价技术规范(试行)》(HJ 663-2013)和《城市环境空气质量排名技术规定》(环办监测〔2018〕19号)中规定的方法进行处理。其中, 按照《环境空气质量评价技术规范(试行)》(HJ 663-2013)中表1基本评价项目的年评价方法规定: SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>年评价采用浓度的年平均值, CO年评价采用24小时平均值的第95百分位数, O<sub>3</sub>年评价采用日最大8小时滑动平均值的第90百分位数<sup>[3-5]</sup>。

## 三、结果与分析

### (一) 近年来空气质量变化趋势

#### 1. 优良天数比例变化趋势

从优良天数比例来看, 蒲江县环境空气优良天数比例总体呈上升趋势(图1)。2015年优良天数比例为78.7%, 2016年空气质量改善有所反弹, 优良天数比例下降7.5个百分点; 2016~2021年, 优良天数比例逐年提升, 2021年与2016年相比, 优良天数比例由71.2%提升至89.6%, 上升18.4个百分点。

2015~2021年蒲江县空气质量优级天数比例在14.8%~40.3%之间, 良级天数比例在47.0%~56.3%之间; 轻度污染天数比例在9.3%~21.7%之间, 中度污染天数比例在1.1%~5.5%之间, 重度污染天数比例在0~4.4%之间, 研究年内未出现严重污染天。

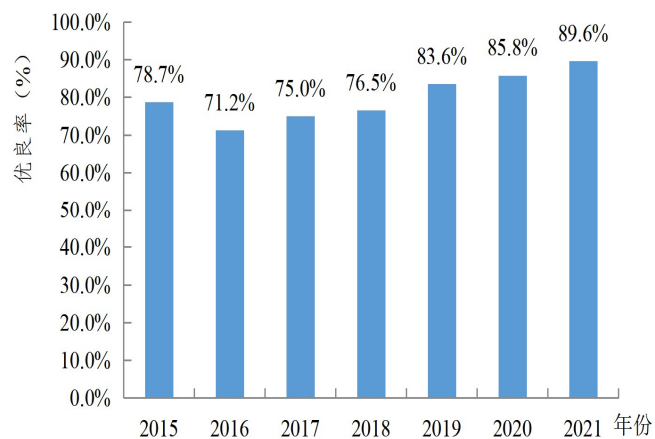


图1 2015~2021年蒲江县空气质量优良天数比例变化

#### 2. 主要污染物浓度变化趋势

采用Spearman秩相关系数法检验污染物变化趋势在统计上是否有显著性变化。秩相关系数计算公式如下:

表1 2015~2021年主要污染物浓度变化趋势

	2015年	2016年	2017年	2018年	2019年	2020年	2021年	秩相关系数rs	临界值Wp	显著性检验
SO <sub>2</sub>	13	8	10	6	5	5	4	-0.929	0.714	显著下降趋势
NO <sub>2</sub>	24	26	31	30	31	31	24	0.429	0.714	基本无变化
PM <sub>10</sub>	75	82	70	70	52	46	44	-0.929	0.714	显著下降趋势
PM <sub>2.5</sub>	47	54	49	43	36	30	29	-0.893	0.714	显著下降趋势
CO	1.2	1.2	1.2	1.4	1.0	1.1	1.1	-0.500	0.714	基本无变化
O <sub>3</sub>	150	144	148	154	151	160	139	0.107	0.714	基本无变化

$$r_s = 1 - \frac{6}{n(n^2 - 1)} \sum_{j=1}^n (X_j - Y_j)^2$$

式中： $r_s$ —Spearman秩相关系数；

$n$ —时间周期的数量， $n \geq 5$ ；

$X_j$ —周期 $j$ 按时间排序的序号， $1 \leq X_j \leq n$ ；

$Y_j$ —周期 $j$ 内污染物浓度按数值升序排列的序号，

$1 \leq Y_j \leq n$ 。

将秩相关系数 $r_s$ 的绝对值与spearman秩相关系数统计表中的临界值 $W_p$ （显著性水平0.05， $n=7$ 时 $W_p=0.714$ ）进行比较。

可见，SO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>浓度呈显著下降趋势；CO浓度在1.0~1.4毫克/立方米范围内波动变化，其虽无显著性变化但总体呈下降趋势；NO<sub>2</sub>和O<sub>3</sub>总体有上升趋势（表1）。2021年SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、O<sub>3</sub>、CO的浓度值分别为4微克/立方米、24微克/立方米、44微克/立方米、29微克/立方米、139微克/立方米、1.1毫克/立方米，达到《环境空气质量标准》（GB3095-2012）二级标准。与2015年相比，SO<sub>2</sub>、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、O<sub>3</sub>和CO浓度下降幅度分别为69.2%、41.3%、38.3%、7.3%和8.3%，NO<sub>2</sub>浓度持平状态。

### 3. 超标天首要污染物占比变化

2015~2021年超标天首要污染物为PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>和O<sub>3</sub>三项。从2019年起，已连续三年未出现以PM<sub>10</sub>为首要污染物的超标天；且从2016年以来，PM<sub>2.5</sub>为首要污染物的超标天数呈明显下降趋势，而臭氧超标天呈明显上升趋势。2021年与2015年相比，PM<sub>2.5</sub>为首要超标污染物的占比由66.2%降至50.0%，以O<sub>3</sub>为首要超标污染物的占比由29.9%升至50.0%，可见臭氧和颗粒物已成为影响蒲江县空气质量的重要污染因子。

### （二）空气质量排名情况

2015~2021年，综合指数呈明显下降趋势，各年综合指数分别为4.47、4.70、4.57、4.40、3.83、3.65和3.28。在成都市22个区（市）县排名呈倒“V”变化特

征，2018年排名相对较差，为全市第7位、在全省183区县中排名第156位；2021年排名相对较好，为全市第2位，在全省183区县中排名第111位。

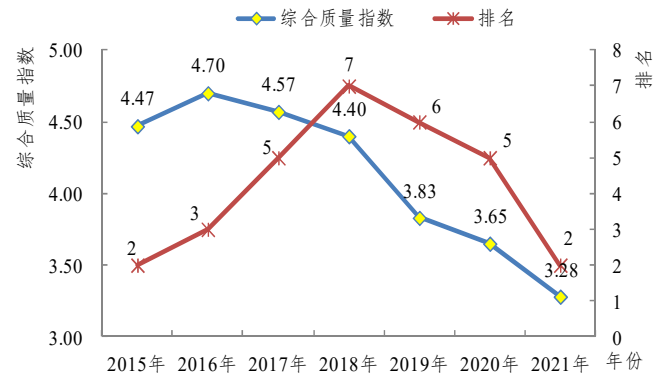


图2 2015~2021年综合指数及全市排名

### （三）空气污染特征分析

#### 1. PM<sub>2.5</sub>浓度及PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>比值情况

2015~2019年连续5年PM<sub>2.5</sub>浓度超标，超标倍数在0.03~0.54之间，且2015~2021年PM<sub>2.5</sub>/PM<sub>10</sub>比例基本维持在65.8%左右，最高为2017年达70.0%，说明细颗粒物二次转化问题突出，其浓度超标严重。

#### 2. NO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>比值情况

2015~2021年NO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>保持较快上升趋势，由2015年的1.85上升至2021年的6.00，升高2.2倍。NO<sub>2</sub>浓度远远超过SO<sub>2</sub>浓度，一方面是因为大气污染防治措施对SO<sub>2</sub>起到了较好的减排效果，此外，人民生活水平的提升带来的是对于生活质量的提升，其中机动车就是满足较高水平生活的关键性措施，因而NO<sub>x</sub>管控难度、方法等都面临新的挑战。NO<sub>2</sub>/SO<sub>2</sub>的含量升高对于空气质量的影响非常关键，尤其是冲击了现有空气治理预期效果，当然大气污染中氧化已经成了最为瞩目的焦点问题。

#### 3. O<sub>3</sub>污染特征

蒲江县O<sub>3</sub>污染呈现春夏高秋冬低的峰型特征，并伴随污染时间早、污染时段长、污染程度重现象。2017年第一次出现臭氧重度污染，2020年蒲江县再次出现O<sub>3</sub>重

度污染天。2019年共60天污染天数，其中以 $O_3$ 为首要污染物的污染天数为23天；2020年共52天污染天数，以 $O_3$ 为首要污染物的污染天数就高达35天；2021年共38天污染天， $O_3$ 污染占50%。虽然空气污染得到了一定治理，污染范围也得到了一定的控制，但是 $O_3$ 作为污染物之一，其占比却反而呈现了增长的趋势，这就代表着大气反应更为敏感，可控范围进一步需要扩大。研究表明 $O_3$ 的生成与前体物 $NO_x$ 和 $VOC_s$ 等呈高度非线性关系，且受气象条件和排放源影响，故管控 $O_3$ 需考虑 $NO_x$ 和 $VOC_s$ 的协同减排。

#### 四、讨论及建议

蒲江县大气环境主要受工业源、农业源及机动车尾气排放等影响，为保障减排效果需理清污染源头并从源头上采取科学精准的管控措施。

##### （一）工业源影响

当前蒲江县纳入管理的涉挥发性有机物重点管控企业27家，涉及喷涂的汽车维修企业37家。从VOC走航及平时监管情况来看，存在部分企业污染治理设施较陈旧，收集、处理效率不高，甚至有个别小企业挥发性有机物未经处理直接无组织排放，同时汽修企业活性炭更换不规范，甚至偶有露天喷涂行为，导致挥发性有机物直接排入大气环境，这些对环境中的臭氧和颗粒物浓度控制带来不小压力。

##### （二）扬尘影响

颗粒物作为近年来的目标管控因子，浓度值呈逐年下降趋势，但根据成都市扬尘治理月度评价通报，蒲江县 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 占比依然较低，未达到成都市的平均水平，说明城市扬尘管控还有较大的提升空间。

##### （三）农业源影响

伴随我国农业现代化不断推进，农业发展过程中空气质量的监控力度必须进一步增强，如果不能避免排放污染物就要思考如何更加有效的治理。农业生产必然会使用大量的肥料，同时再加上畜牧业的发展，大量的氨（ $NH_3$ ）、硫化氢（ $H_2S$ ）、甲烷（ $CH_4$ ）等污染物被排放。一氧化碳（CO）、氮氧化物（ $NO_x$ ）和挥发性有机物（ $VOC_s$ ）等气态污染物作为前体物参与大气化学过程，形成二次气溶胶，对大气中 $PM_{2.5}$ 和 $O_3$ 有重要影响。

##### （四）机动车尾气影响

研究结果表明道路机动车排放对监测子站周边环境空气中的 $NO_2$ 污染浓度影响显著，车流量及车型比变化规

律与监测站点 $NO_2$ 浓度水平及24小时变化规律具有一定的相关性。空气子站周边的走航资料也显示，走航路线范围内 $NO_x$ 浓度变化规律符合汽车尾气型污染特征，边界气象扩散条件以及光化学反应对 $NO_x$ 整体浓度水平影响较为显著。

##### （五）分类指导、精准施策

蒲江县必须思考自身条件和环境现状，坚持以问题为治理源头，注重空气质量改善，从能源结构调整，产业不断优化，运输条件改善，土地使用研究等几个方面出发不断推动空气质量的稳步提升。尤其是要坚持动态清洁、定期清洁，树立环保企业标杆；对于重型货车、工业机械等进行环保重点考察项目；对于已经或者可能完成环境污染的环节、设备，工序等进行及时整治，从而为空气质量提升奠定基础。此外，还要实行生产时间的科学分布，推行联合治理模式。

#### 五、结论

（一）蒲江县空气质量总体逐年好转，优良天数逐年增加，污染超标天逐年减少，重污染级别天改善明显，2019~2021年连续三年未出现以 $PM_{10}$ 为首要污染物的超标天。

（二） $SO_2$ 、颗粒物改善幅度较大，且 $SO_2$ 长期处于低浓度水平。 $NO_2$ 和 $O_3$ 浓度呈升高趋势，空气污染转化为以秋冬季颗粒物和春夏季臭氧的复合型污染。

（三）细颗粒物超标现象仍然严重， $PM_{2.5}/PM_{10}$ 比例基本维持在65.8%左右，二次转化问题突出； $NO_2/SO_2$ 逐年上升，大气氧化性显著增强。

#### 参考文献

- [1] 张巍, 蒋燕, 罗彬等. 四川省近年来空气质量变化趋势及污染特征分析[J]. 四川环境, 2018, 37(5): 131-135.
- [2] 王挺, 金宏伟, 陈加棋等. 重要节日对浙江省空气质量的影响[J]. 环境与发展, 2020, 32(12): 154-155.
- [3] GB 3095-2012, 环境空气质量标准[S].
- [4] HJ 663-2013, 环境空气质量评价技术规范(试行)[S].
- [5] HJ 633-2012, 环境空气质量指数(AQI)技术规范(试行)[S].

作者简介: 王娟(1986-), 女, 工程师, 主要从事生态环境监测工作。