

# 文山市环境空气质量状况变化及对策

李玉勇

云南省生态环境厅驻文山州生态环境监测站, 云南 文山

收稿日期: 2023年6月25日; 录用日期: 2023年7月26日; 发布日期: 2023年8月3日

## 摘要

本文通过监测文山市六项污染物及气象参数, 分析文山市近5年环境空气质量变化情况, 来进一步了解文山市环境空气质量状况并针对现状提出一定的建议和对策。

## 关键词

文山市, 环境空气质量, 空气污染

# Changes and Countermeasures of Ambient Air Quality in Wenshan City

Yuyong Li

The Ecological and Environmental Monitoring Station of DEEY in Wenshan, Wenshan Yunnan

Received: Jun. 25<sup>th</sup>, 2023; accepted: Jul. 26<sup>th</sup>, 2023; published: Aug. 3<sup>rd</sup>, 2023

## Abstract

By monitoring six pollutants and meteorological parameters in Wenshan City, this paper analyzes the changes in ambient air quality in Wenshan City in the past five years, so as to further understand the situation of ambient air quality in Wenshan City and put forward certain suggestions and countermeasures for the current situation.

## Keywords

Wenshan City, Ambient Air Quality, Air Pollution

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

文山市，云南省文山壮族苗族自治州首府，位于云南省东南部，文山州西部，东北部与砚山县接壤，南部与马关县毗邻，东南部与西畴县相接，西部与红河州蒙自市连接，并与屏边县一河相隔，是文山州委、州政府所在地，全州政治经济文化信息中心。近年来，随着工业企业、汽车保有量的增加及城区改造力度加大，环境空气质量也随之变化，本文以文山市 2 个国控自动监测站点监测结果，分析评价文山市环境空气质量状况，并提出对策建议，为环境管理与规划提供参考。

## 2. 监测基本情况

### 2.1. 点位设置

文山市城区共设州水务局、文山市便民服务中心两个国控监测点，于 2016 年联网运行，按照《环境空气质量标准》(GB3095-2012) [1]对二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、二氧化氮(NO<sub>2</sub>)、可吸入颗粒物(PM<sub>10</sub>) [2]、细颗粒物(PM<sub>2.5</sub>) [2]、臭氧(O<sub>3</sub>)及一氧化碳(CO)六项污染物及气象参数进行监测，见图 1 和表 1。

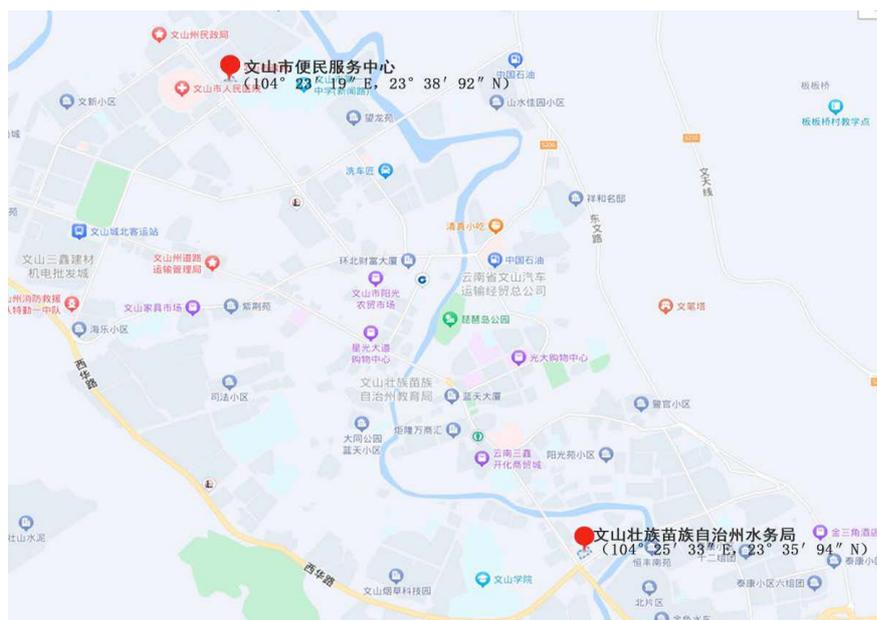


Figure 1. Wenshan City ambient air automatic monitoring points

图 1. 文山市环境空气自动监控点位

Table 1. Monitoring items and analysis methods

表 1. 监测项目及分析方法

监测项目	自动分析方法
二氧化硫(SO <sub>2</sub> )	紫外荧光法
二氧化氮(NO <sub>2</sub> )	化学发光法

## Continued

可吸入颗粒物(PM <sub>10</sub> )	$\beta$ 射线法
细颗粒物(PM <sub>2.5</sub> )	$\beta$ 射线法
一氧化碳(CO)	气体滤波相关红外吸收法
臭氧(O <sub>3</sub> )	紫外荧光法

## 2.2. 监测频率

自动监测系统采样频率为每 15 秒取值 1 次，每 5 分钟取 1 个均值，12 个 5 分钟的均值为 1 小时平均值，24 个小时均值为日均值；每日、每月、每年各监测项目的监测频次要求依据《环境空气质量标准》(GB3095-2012)中“污染物浓度数据有效性的最低要求”执行。

## 3. 评价方法与标准

根据《环境空气质量评价技术规范(试行)》(HJ663-2013) [3]，选择二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、二氧化氮(NO<sub>2</sub>)、一氧化碳(CO)、臭氧(O<sub>3</sub>)、可吸入颗粒物(PM<sub>10</sub>)、细颗粒物(PM<sub>2.5</sub>)六项作为评价参数，采用环境空气质量指数(AQI)进行评价。AQI 分级限值标准和计算方法执行《环境空气质量指数(AQI)技术规定(试行)》(HJ633-2012) [4]中要求；IAQI 级别及对应的污染物项目浓度限值见表 2，AQI 级别根据表 2 规定进行划分。

**Table 2.** Air quality sub-indices and corresponding pollutant concentration limits

**表 2.** 空气质量分指数及对应的污染物项目浓度限值

空气质量分指数 (IAQI)	污染物浓度									
	SO <sub>2</sub> 24 小时 平均 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	SO <sub>2</sub> 1 小时 平均 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NO <sub>2</sub> 24 小时 平均 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	NO <sub>2</sub> 1 小时 平均 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM <sub>10</sub> 24 小时 平均 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	CO 24 小时 平均 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	CO 1 小时 平均 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )	O <sub>3</sub> 1 小时 平均 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	O <sub>3</sub> 8 小时滑 动平均 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM <sub>2.5</sub> 24 小时 平均 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	50	150	40	100	50	2	5	160	100	35
100	150	500	80	200	150	4	10	200	160	75
150	475	650	180	700	250	14	35	300	215	115
200	800	800	280	1200	350	24	60	400	265	150
300	1600	<sup>(2)</sup>	565	2340	420	36	90	800	800	250
400	2100	<sup>(2)</sup>	750	3090	500	48	120	1000	<sup>(3)</sup>	350
500	2620	<sup>(2)</sup>	940	3840	600	60	150	1200	<sup>(3)</sup>	500

说明

- 1) 二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、二氧化氮(NO<sub>2</sub>)和一氧化碳(CO)的 1 小时平均浓度限值仅用于实时报告，在日报中需使用相应污染物的 24 小时平均浓度。
- 2) <sup>(2)</sup>二氧化硫(SO<sub>2</sub>)的 1 小时平均浓度值高于 800  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  的，不再进行其空气质量分指数计算，二氧化硫(SO<sub>2</sub>)空气质量分指数按 24 小时平均浓度计算的分指数报告。
- 3) <sup>(3)</sup>臭氧(O<sub>3</sub>)8 小时平均浓度值高于 800  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  的，不再进行其空气质量分指数计算，臭氧(O<sub>3</sub>)空气质量分指数按 1 小时平均浓度计算的分指数报告。

AQI 计算与评价过程大致可分为三个步骤：

第一步是对照各项污染物的分级浓度限值,以细颗粒物(PM<sub>2.5</sub>)、可吸入颗粒物(PM<sub>10</sub>)、二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、二氧化氮(NO<sub>2</sub>)、臭氧(O<sub>3</sub>)、一氧化碳(CO)等各项污染物的实测浓度值(其中 PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub> 为 24 小时平均浓度)分别计算出空气质量分指数简称 IAQI);

第二步是从各项污染物的 IAQI 中选择最大值确定为 AQI, 当 AQI 大于 50 时将 IAQI 最大的污染物确定为首要污染物;

第三步是对照 AQI 分级标准, 确定空气质量级别、类别及表示颜色、健康影响与建议措施。

① IAQI 计算公式如下[4]:

$$IAQI_p = \left\{ \frac{(IAQI_{Hi} - IAQI_{Lo})}{(BP_{Hi} - BP_{Lo})} \right\} * (C_p - BP_{Lo}) + IAQI_{Lo}$$

式中:

IAQI<sub>p</sub>——污染物项目 P 的空气质量分指数;

C<sub>p</sub>——污染物项目 P 的质量浓度值;

BP<sub>Hi</sub>——《环境空气质量指数(AQI)技术规定(试行)》[4]表 1 中与 C<sub>p</sub> 相近的污染物浓度限值的高位值;

BP<sub>Lo</sub>——《环境空气质量指数(AQI)技术规定(试行)》[4]表 1 中与 C<sub>p</sub> 相近的污染物浓度限值的低位值;

IAQI<sub>Hi</sub>——《环境空气质量指数(AQI)技术规定(试行)》[4]表 1 中与 BP<sub>Hi</sub> 对应的空气质量分指数;

IAQI<sub>Lo</sub>——《环境空气质量指数(AQI)技术规定(试行)》[4]表 1 中与 BP<sub>Lo</sub> 对应的空气质量分指数。

② 空气质量指数的确定

取各种污染物的质量分指数最大者为该区域或城市的空气质量指数 AQI, 该污染物即为该区域或城市首要污染物; 若 IAQI 最大的污染物为两项或两项以上时, 并列为首要污染物; IAQI 大于 100 的污染物为超标污染物。

$$AQI = \max \{IAQI_1, IAQI_2, IAQI_3, \dots, IAQI_n\}$$

③ 根据 AQI 确定空气质量级别, 提出建议措施, 见表 3。

**Table 3.** Air quality index and related information

**表 3.** 空气质量指数及相关信息

空气污染指数(AQI)	级别	空气质量类别及表示颜色		对健康影响情况	建议采取的措施
0~50	一级	优	绿色	空气质量令人满意, 基本无空气污染	各类人群可正常活动
51~100	二级	良	黄色	空气质量可接受, 但某些污染物可能对极少数异常敏感人群健康有较弱影响	极少数异常敏感人群应减少户外活动
101~150	三级	轻度污染	橙色	易感人群症状有轻度加剧, 健康人群出现刺激症状	儿童、老年人及心脏病和呼吸系统疾病患者应减少长时间、高强度的户外锻炼
151~200	四级	中度污染	红色	进一步加剧易感人群症状, 可能对人群心脏、呼吸系统有影响	儿童、老年人及心脏病、呼吸系统疾病患者避免长时间、高强度户外, 一般人群适量减少户外运动
201~300	五级	重度污染	紫色	心脏病和肺病患者症状显著加剧, 运动耐力降低, 健康人群普遍出现症状	儿童、老年人和心脏病、肺病患者应停留在室内, 停止户外运动, 一般人群减少户外运动
>300	六级	严重污染	褐红色	健康人群运动耐力降低, 有明显强烈症状, 提前出现某些疾病	儿童、老年人和病人应当留在室内, 避免体力消耗, 一般人群应避免户外活动

## 4. 环境空气质量现状

2022年，文山市环境空气自动监测有效监测天数363天，优277天，良85天，轻度污染1天。全市环境空气质量达到《环境空气质量标准》(GB3095-2012)二级标准，全年优良天数比例99.7%，超标天主要污染物为细颗粒物，浓度为80微克/立方米，超二级标准0.07倍。全市首要污染物为臭氧天数为58天，占全年15.98%，首要污染物为细颗粒物天数27天，占全年7.44%，首要污染物为可吸入颗粒物天数1天，占全年0.28%。

全市空气质量指数(AQI)在18~107之间，空气质量指数最小值出现在5月23日，空气质量为优；最大值出现在12月22日，空气质量为轻度污染，详见图2。

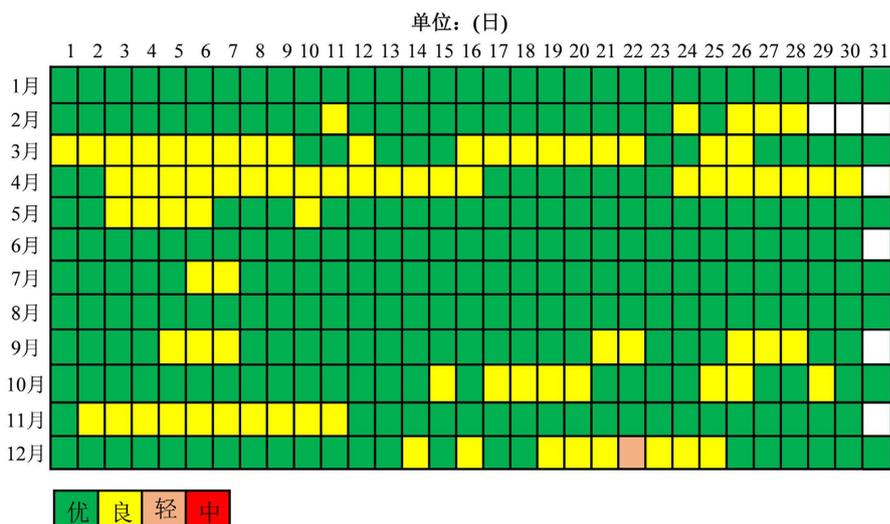


Figure 2. 2022 Wenshan ambient air quality calendar  
图 2. 2022 年文山市环境空气质量日历

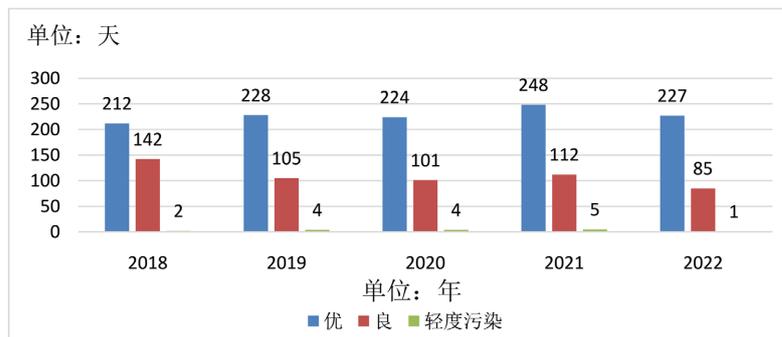
## 5. 近 5 年环境空气质量变化情况

### 5.1. 污染天数变化

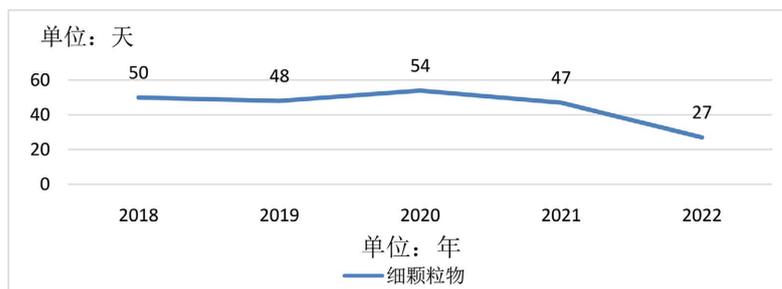
2018年共有效监测356天，优212天，良142天，轻度污染2天(首要污染物分别为细颗粒物和臭氧，各占1天)，优良率99.4%；2019年共有效监测337天，优228天，良105天，轻度污染4天(首要污染物分别为细颗粒物和臭氧，各占2天)，优良率98.8%；2020年共有效监测349天，优224天，良101天，轻度污染4天(首要污染物均为细颗粒物)，优良率98.9%；2021年共有效监测365天，优248天，良112天，轻度污染5天(首要污染物为细颗粒物和臭氧，其中，细颗粒物占3天，臭氧占2天)，优良率98.6%；2022年有效监测天数363天，优277天，良85天，轻度污染1天，优良率99.7%，详见图3。

### 5.2. 首要污染物变化

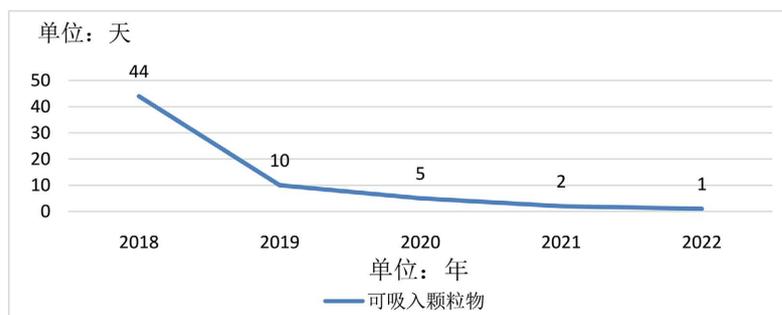
2018年首要污染物为细颗粒物天数50天，首要污染物为可吸入颗粒物天数44天，首要污染物为臭氧天数54天；2019年首要污染物为细颗粒物天数48天，首要污染物为可吸入颗粒物天数10天，首要污染物为臭氧天数53天；2020年首要污染物为细颗粒物天数54天，首要污染物为可吸入颗粒物天数5天，首要污染物为臭氧天数47天；2021年首要污染物为细颗粒物天数47天，首要污染物为可吸入颗粒物天数2天，首要污染物为臭氧天数52天；2022年首要污染物为细颗粒物天数27天，首要污染物为可吸入颗粒物天数1天，首要污染物为臭氧天数为58天，首要污染物天数变化情况详见图4~6。



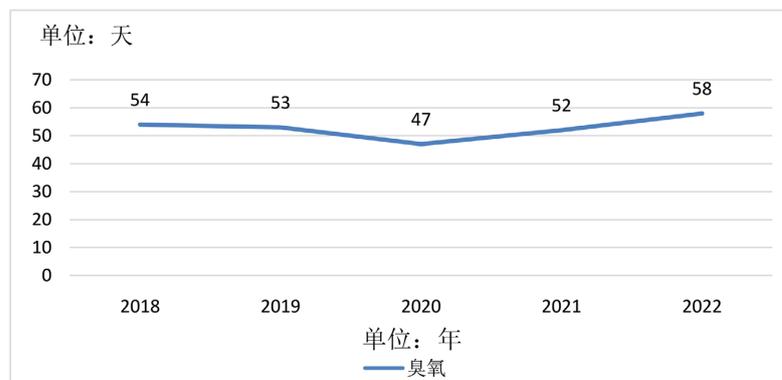
**Figure 3.** Changes in days of ambient air quality from 2018 to 2022  
**图 3.** 2018~2022 年环境空气质量天数变化情况



**Figure 4.** 2018~2022 Changes in the number of days when the primary pollutant is fine particulate matter  
**图 4.** 2018~2022 年首要污染物为细颗粒物天数变化情况



**Figure 5.** Changes in the number of days when the primary pollutant is inhalable particulate matter from 2018 to 2022  
**图 5.** 2018~2022 年首要污染物为可吸入颗粒物天数变化情况



**Figure 6.** Changes in the number of days when the primary pollutant is ozone from 2018 to 2022  
**图 6.** 2018~2022 年首要污染物为臭氧天数变化情况

### 5.3. 环境空气质量综合指数变化趋势

2018 年环境空气质量综合指数为 2.80, 环境空气质量最大指数 0.74, 最大指数污染物为细颗粒物; 2019 年环境空气质量综合指数为 2.65, 环境空气质量最大指数 0.74, 最大指数污染物为臭氧; 2020 年环境空气质量综合指数为 2.40, 环境空气质量最大指数 0.69, 最大指数污染物为臭氧; 2021 年环境空气质量综合指数为 2.43, 环境空气质量最大指数 0.72, 最大指数污染物为臭氧; 2022 年环境空气质量综合指数为 2.30, 环境空气质量最大指数 0.71, 最大指数污染物为臭氧, 环境空气质量综合指数变化趋势见图 7。

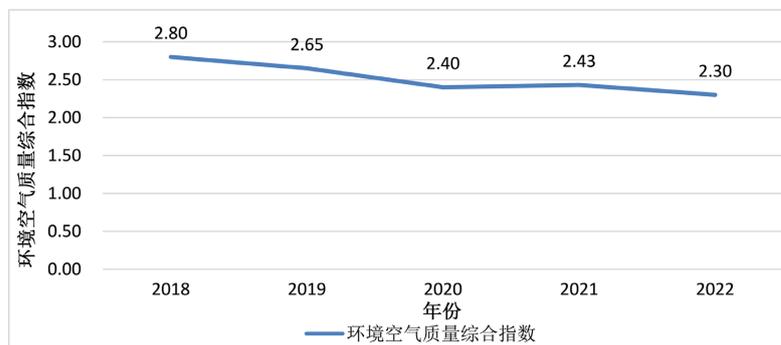


Figure 7. Changes in the comprehensive index of ambient air quality

图 7. 环境空气质量综合指数变化情况

## 6. 小结

### 6.1. 结论

综上所述, 近 5 年以来, 文山市污染天数先升后降, 无明显规律, 但文山市环境空气质量综合指数持续降低, 由 2018 年 2.80 降为 2022 年的 2.30, 环境空气质量大幅度改善, 首要污染物为细颗粒物和可吸入颗粒物天数总体上持续降低, 其中首要污染物为细颗粒物天数降低了 46.0%, 首要污染物为可吸入颗粒物天数降低了 97.7%。同时, 首要污染物为臭氧天数居高不下, 总体呈上升趋势。

结果表明, 近年来文山市在小型燃煤锅炉取缔、秸秆禁烧、城市施工管理上取得了明显成效, 城市环境空气颗粒物污染持续降低, 但在机动车管控、挥发性有机物排放企业的日常监管面临的形势严峻, 臭氧已逐步替代传统污染物(颗粒物)成为影响城区环境空气质量的主要污染物。

### 6.2. 对策及建议

1) 持续加强秸秆露天禁烧管控。通过督导、调度、巡查、督办、量化考核等一系列措施, 加强露天焚烧秸秆垃圾等废弃物行为管控。以“防烧”为突破口, 加大秸秆焚烧、森林防火、清明祭祀等工作的管控力度。

2) 以“防尘”为重点, 持续加强城市机动车扬尘和施工场地管控, 定期对道路和施工场地洒水降尘, 对城市裸露地表及细状物料采取硬化及覆盖措施。

3) 全面开展挥发性有机污染物综合治理, 加强挥发性有机物排放企业排查。以“减排”为目标, 推进氮氧化物和挥发性有机物污染物减排, 开展 2023 年乃至“十四五”大气主要污染物减排潜力挖掘, 积极争取上级资金服务污染物减排工作。

4) 以“防气”为抓手, 加大全市涉气企业管控力度, 确保稳定达到排放标准。压实各部门大气污染防治责任, 不断健全完善污染天气联防联控应急响应机制, 提高部门应急响应协同能力, 科学制定有效防范措施, 确保空气质量优良天数比例保持稳定。

---

## 参考文献

- [1] 中国环境科学研究院, 中国环境监测总站. 环境空气质量标准: GB3095-2012 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2012.
- [2] 中国环境监测总站, 上海市环境监测中心, 重庆市生态环境监测中心, 广东省广州生态环境监测中心站, 中国计量科学研究院. 环境空气颗粒物(PM<sub>10</sub>和PM<sub>2.5</sub>)连续自动监测系统技术要求及检测方法: HJ653-2021 [S].
- [3] 中国环境监测总站, 沈阳市环境监测中心站. 环境空气质量评价技术规范(试行): HJ 663-2013 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2013.
- [4] 中国环境监测总站, 中国环境科学研究院, 等. 环境空气质量指数(AQI)技术规定(试行): HJ663-2012 [S]. 北京: 中国环境科学出版社, 2012.