



移动扫码阅读

吴来东.大气环境质量综合评价方法优化与实证分析[J].能源环境保护,2020,34(5):84-89.

WU Laidong. Optimization and empirical analysis of comprehensive evaluation method of atmospheric environmental quality[J]. Energy Environmental Protection, 2020, 34(5):84-89.

大气环境质量综合评价方法优化与实证分析

吴来东

(中国冶金地质总局山东局测试中心,山东 济南 250000)

摘要:为了提高大气污染防治对策的针对性,设定大气环境质量评价指标,并对大气环境质量的相关原始数据进行预处理,通过关联系数分析空气成分。采用白化函数建立大气环境质量分析标准,计算综合污染指数。以分析结果作为参考,针对机动车尾气、工业排放污染物和植物绿化制定相对应的污染防治对策。应用结果表明:某城市多个区域实施该污染防治对策后,大气环境质量平均API由3.15降至1.94。

关键词:大气环境;环境质量;大气污染;污染防治

中图分类号:X820.2

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2020)05-0084-06

Optimization and empirical analysis of comprehensive evaluation method of atmospheric environmental quality

WU Laidong

(Test Center, Shandong Bureau, China metallurgical and Geological Administration, Jinan 250000, China)

Abstract: In order to improve the pertinence of air pollution prevention and control countermeasures, the evaluation index of atmospheric environmental quality was set, and the related raw data of atmospheric environmental quality was pre-processed. The air composition was analyzed by correlation coefficient. The analysis standard of atmospheric environmental quality was established by whitening weight function to calculate the comprehensive pollution index. Based on the analysis results, the corresponding pollution prevention and control countermeasures were formulated for motor vehicle exhaust, industrial emission pollutants and plant greening. The application results showed that the average API of atmospheric environmental quality decreased from 3.15 to 1.94 after the implementation of the pollution prevention and control countermeasures in several areas of a certain city.

Key Words: Atmospheric environment; Environmental quality; Air pollution; Pollution prevention and control

0 引言

空气质量对整个生态系统以及人类的生命健康有着直接的影响,近些年来人们对于大气环境质量的要求也越来越高。然而由于科技的发展和社会的进步,造成大气污染因素越来越多。现阶段造成大气污染的污染源主要包括工业企业、冬季的炉灶取暖设备以及交通运输。上述污染源

能够形成两种污染物,一种为气溶胶状污染物,主要包括粉尘、悬浮颗粒物、可吸入粒子等^[1];另一种为气体污染物,主要包括以二氧化硫为主的硫氧化物、以二氧化氮为主的氮氧化物以及部分碳氧化物等。由于这些污染物的存在,导致大气环境质量逐年下降,同时大气污染也会对人类健康、建筑、生物和土地产生危害。人体吸入被污染的空气会引起呼吸道以及肺部疾病,甚至会

收稿日期:2020-04-29

作者简介:吴来东(1976-),男,山东单县人,工程师,主要从事轻工技术与工程、检测、场地污染调查和修复。E-mail:1805845959@qq.com

引发心脑血管疾病,而人体表面皮肤接触到污染空气,会引起强烈的皮肤不适,甚至引发皮肤疾病。受到污染的空气还会形成酸雨,使生态环境遭到严重破坏。

为了改善全球大气环境质量,国内外相关研究人员对大气环境质量的评价分析方法进行了探讨。美国学者提出了橡树岭大气质量指数评价方法,加拿大学者使用特定污染物指数与大气质量指数结合的方式对大气质量综合评价指数进行评定,并运用该方法对评价加拿大的大气环境质量进行评价^[2]。在提出大气质量评价方法的基础上,各个国家根据各自的实际情况,制定相应的污染防治对策,在一定程度上缓解了大气环境污染程度。与此同时,国内也颁布了相应的法律法规,利用模糊关联分析法将大气质量划分为五个等级,参照不同城市的实际污染水平制定防治对策。

经过一段时间的应用发现,传统分析方法存在着分析不准确的问题,导致提出污染防治对策无法最大程度的发挥其作用,最终无法有效的改善大气环境^[3]。为此需要延续传统的大气环境质量分析方法的分析思路,并在其基础上进行优化,以便于提出更加适宜、有效的污染防治对策。

1 大气环境质量分析方法

1.1 设定大气环境质量评价指标

传统方法下环境质量评价指数具有模糊性的特点,因此在现有环境质量评价方法的基础上,提出将空气污染指标 API 设定为评价大气环境质量的指标,该指标将污染物的浓度简化为单一的概念性指数形式,并对空气污染程度和空气质量状况进行分级表征^[4],通过这种单一和分级化的评价标准可以降低环境质量评价的复杂性,从而提升环境评价结果的准确度。大气环境质量评价指标 API 由多个指标组成,大气环境质量综合评价指标体系如图 1 所示。

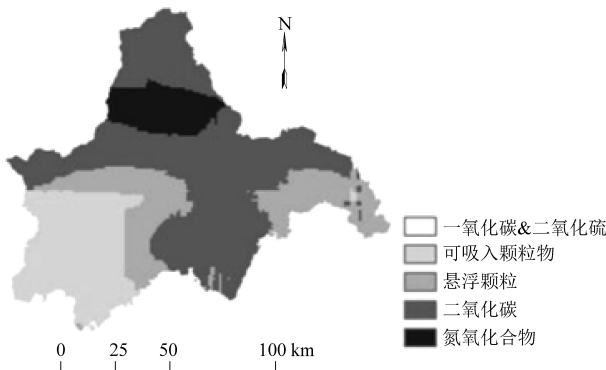


图 2 污染物空间分布图

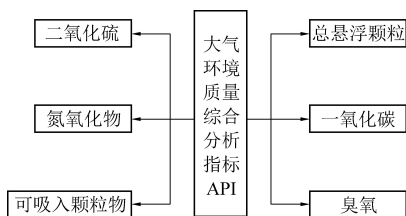


图 1 大气环境质量评价指标体系

从图 1 可以看出,大气环境质量综合分析指标的评定需要考虑到空气中的二氧化硫含量、氮氧化物含量、可吸入颗粒物含量等指标,将各个分指标表示为 P_{SO_2} 、 P_{NO_x} 、 P_{CO} 、 P_{O_3} 、 P_k 、 P_f 。根据大气环境质量评价指标对大气环境质量数据进行分析与预处理。

1.2 原始数据预处理

利用灰色系统对大气环境质量的原始序列数据进行量化分析,由于每一个污染物的计量单位和表示方式有很大的差别,所以应对其进行适当处理,建立各个污染物之间关联,将各个分指标数据转化为数量级大体相近的无量纲数据^[5]。假设采集到原始大气环境污染物序列为:

$$X_i = \{SO_2, CO, CO_2, NO_x, IN_{pm}, S_p\} \quad (1)$$

式(1)中, IN_{pm} 和 S_p 分别表示可吸入颗粒物指标和悬浮颗粒指标。对原始数据进行初值化预处理,得到相同格式的序列 Y_i , 其表达式如下:

$$Y_i = \{y_1(SO_2), y_2(CO), y_3(O_3), y_4(NO_x), y_5(IN_{pm}), y_6(S_p)\} \quad (2)$$

由此便可以将大气环境中的每一个污染源分析指标用相同的格式来表示。

1.3 空气成分分析

根据上述原始数据预处理结果对大气中的空气成分进行分析。在大气环境下,正常空气的主要成分为氧气和氮气,伴随少部分的稀有气体和其他杂质气体,正常空气的成为比例应为:

$$N_2 : O_2 : W_{稀有} : W_{杂质} = 78 : 21 : 0.939 : 0.034 \quad (3)$$

但在环境污染的情况下,杂质气体所占的比重会增加,空气中污染物的空间分布情况如图 2 所示。

借助正交变换方法将数据变量转化为不相关的新变量,用方差作为信息量的测度,取累计贡献率大的成分作为污染物的主要成分^[6]。在对空气成分进行分析的过程中,要忽略空气中的氧气、氮气和稀有气体,只针对空气中的污染物进行具体分析。将任意污染气体表示为 x_i , 经过初始化处理后为 y_i , 那么差异信息空间即可用公式(4)来表示。

$$\Delta t = |x_i - p_i| \quad (4)$$

关联系数即为:

$$r(x_i, y_i) = \frac{\min \cdot \Delta t + A_{\max} \cdot \Delta t}{\Delta t + A_{\max} \cdot \Delta t} \quad (5)$$

式(5)中, A 表示的是污染物的分辨率,取值为 $[0, 1]$, 那么各个污染物之间的关联度可以用公式(6)来计算。

$$r' = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i(x_i, y_i) \quad (6)$$

式(6)中, r 表示的是大气环境中污染物的种类。将污染物的相关数据代入到公式当中,根据成分提取原则,便可以得出空气中污染物的成分比例以及关联度系数^[7-8]。

1.4 建立质量分析标准

在对空气成分分析的基础上,将空气成分含量的分析结果划分为五个等级,分别为优、良、轻污染、中度污染、重度污染。建立白化函数如下:

$$P_i(x_i, y_i) = \frac{x_i}{r_i(x_i, y_i) - 0} \quad (7)$$

式(7)中, P_i 表示污染物 i 的分析指标值。大气环境质量分析标准如表1所示。

表1 大气环境质量分析标准

项目	优	良	轻度污染	中度污染	重度污染
P_{SO_2}	0.05	0.15	0.80	1.60	2.10
P_{NO_x}	0.08	0.12	0.28	0.56	0.75
P_{CO}	0.05	0.15	0.18	0.21	0.32
P_{O_3}	0.10	0.13	0.26	0.33	0.54
P_k	0.03	0.06	0.09	0.12	0.15
P_f	0.04	0.08	0.16	0.32	0.48
API	≤ 1.3	1.3~4	4~8	8~12	>12

1.5 计算综合污染指数

根据表1对环境空气的综合污染指数 P_n 进行计算:

$$P_n = \sum_{i=1}^n P_i \quad (8)$$

式(8)中, n 表示的是参与综合评价的污染物的项数。污染负荷数系数 F_i 能够反应各项大气污染物在大气环境质量中的贡献率,其计算公式为:

$$F_i = \frac{P_i}{P_n} \quad (9)$$

式(9)中, F_i 是污染物 i 的污染负荷系数。将多个污染物的评价分析指标综合在一起,得出API的分析结果。

2 污染防治对策

根据大气环境质量分析方法得出的结论,可以得出大气环境下各个污染物因素的含量,针对不同的环境污染情况制定相应的污染防治对策。

2.1 监管机动车尾气污染

机动车尾气是空气污染的主要来源之一,汽车尾气中含有一氧化碳、氮氧化物等多种污染物。为了有效的控制机动车尾气的排放量,国家提出了一系列尾气治理政策,并提高了机动车尾气检测的标准。机动车尾气污染的最主要来源是机动车汽油的燃烧,汽油燃烧所产生的二氧化碳和一氧化碳即为空气污染的主要污染源^[9-10]。因此,可以使用新型节能燃料来代替原始汽油,或者直接电力驱动取代传统的燃烧驱动,由此便可以减少汽油尾气毒性物质的排放量。除了改变原料这种方法以外,还可以在尾气排放位置上安装过滤装置,把从汽车气缸中产生的气体,通过过滤循环输送到进气歧管中,使其充分燃烧,减少污染。

为了能够更加全面的对机动车尾气排放进行监管,利用云检测技术构建机动车尾气排放监管系统^[11-12]。在汽车生产的过程中就安装上数据传输装置,通过该装置便可以将该汽车尾气排放

情况实时传输到管理中心,当车辆不符合排放标准时,采取一定的强制措施,以此来控制机动车尾

气直接排放到大气环境中。机动车尾气监管系统的数据检测界面如图3所示。

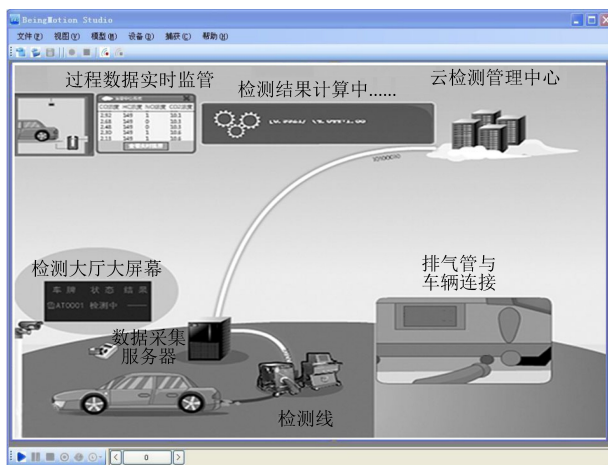


图3 机动车尾气监管系统数据检测界面

2.2 控制工业污染物排放

在工业生产中淘汰落后的生产工艺,安装实时监测设备与排气净化装置。保证工业生产当中每一个环节都能够完全反应,实时监测生产设备当中的气体含量,当监测到生产设备中污染物含量较高时,启动循环操作或者引入净化设备^[13-14]。另外工业企业不能建设在城市中心,且工厂的分布不宜过分集中,尽量将可能产生废气污染的工厂建设在郊区,这样既可以利用郊区中的绿色植物对污染气体进行初步处理过滤,也避免污染气体直接影响人们的生活环境。

2.3 实施绿化造林计划

经过研究发现,绿色植物当中的线粒体和叶绿体可以净化空气中的部分污染^[15],因此扩大城市绿化面积,减少地面裸露率,可以有效减轻大气污染的程度。通过植物的光合作用,可以将空气中的二氧化碳转化为氧气,提升空气中氧气的含量,从而提供舒适的大气环境。此外,绿色植物还有防风固沙的作用,可以有效的控制空气中的沙

石和粉尘。

根据上述大气环境质量分析结果与污染防治的具体对策进行实验分析,以此来验证本文方法是否具有有效性。

3 实证分析

3.1 空气样本与背景特征

选取某城市作为实证分析对象,受工业化发展的影响,该城市空气污染程度较为严重,2018年空气质量不达标天数为124天,全年占比约34%,具有普遍代表性,因此选择该城市受大气污染影响率最大的四个区域进行验证分析,对该城市大气环境质量进行定量分析,并应用本文提出的大气环境治理措施对其进行环境治理,分析治理结果,以此分析本文提出的大气污染防治措施是否具有有效性。在四个区域中使用空气采样仪器对大气数据进行采样,并对空气的初始数据信息进行分析,结果如表2所示。

表2 空气样本初始数据

污染源	I区	II区	III区	IV区
CO ₂	0.38	0.24	0.23	0.33
SO ₂	0.34	0.47	0.04	0.26
CO	0.09	0.13	0.25	0.18
NO _x	0.62	0.44	0.38	0.54
可吸入颗粒物	0.12	0.08	0.19	0.11
悬浮颗粒	0.14	0.19	0.28	0.17

表2中,I区为该城市中的交通集中区域,II区为工业区域,III区为居民清洁区域,IV区为城

市中心区。

3.2 实证过程

在此环境下,利用大气环境质量分析结果制定相应的解决对策,并分别应用在不同的研究区域中。在执行污染防治期间,对每一个月的空气质量进行监测,并统计监测结果。通过分析该城市不同区域的空气改善情况,来判定提出的污染

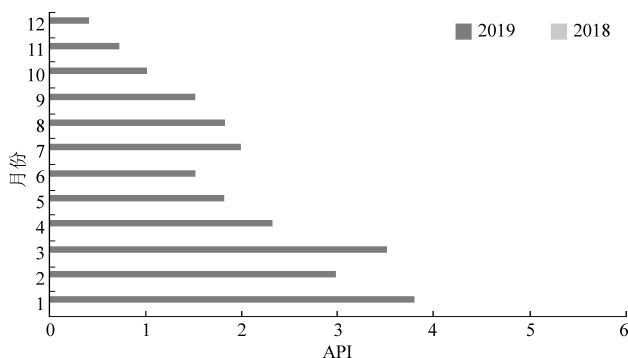


图4 空气质量对比结果

图4为该城市环境质量API在一年内的变化情况,从图中可以看出,在1月份时环境质量结果相同。2019年经过一年时间的污染治理,由于季节和外界条件的影响,2019年的API始终低于2018年。经过计算2019年的平均API值为1.94,而2018年的平均API值为3.15,相比之下降低了1.21。

根据上述数据分析结果可知,在设定大气环境质量评价指标的基础上对大气环境质量原始数据进行分析与处理,根据处理结果提出环境治理对策,能够有效改善环境,提升人们生活环境质量。

4 结论

为解决当前大气环境污染治理措施存在的针对性较弱的不足,本文设定了环境质量评价指标,该指数评价作为大气环境的质量分析方法,具有简单有效、分析准确的特点,通过该分析方法的应用,可以按照污染的严重程度和侧重点,准确的提出对应的治理对策,因此具有较高的使用价值。在此基础上对环境质量的原始数据进行预处理,根据处理结果结合白化函数得出大气质量评价标准,最终得出空气污染综合指数。通过实证分析可知,本文提出的空气质量分析方法具有准确性,并且运用本文提出的防治措施对该城市进行空气治理后,城市环境具有显著性的改善。但是影响大气环境的因素较为复杂,尤其是一些气候、天气等不可控因素会影响分析方法的分析准确性,所以在今后的研究中需要考虑到大气环境自身的复

防治策略的有效性,进而验证设计的大气环境质量分析方法的准确率。

3.3 平均空气质量分析

经过统计得出该城市2018年和2019年的空气质量情况,统计对比结果如图4所示。

杂性,从而进一步提高大气环境质量分析方法的分析效率。

参考文献

- [1] 张家营,刘保双,毕晓辉,等. 菏泽市冬季大气PM_{2.5}和PM₁₀中碳组分来源解析[J]. 环境科学研究, 2017, 30(11): 1670-1679.
- [2] 汪克亮,孟祥瑞,杨宝臣,等. 中国地区大气环境效率的异质性、动态演化与成因识别[J]. 统计与信息论坛, 2017, 32(6): 55-63.
- [3] 高愈霄,鲁宁,许荣,等. 京津冀及周边地区空气质量预报工作存在问题及解决对策[J]. 中国环境监测, 2017, 33(2): 54-59.
- [4] 张南南,吴舜泽,李一凡. 基于百分位数法的中国空气质量改善效果评估分析[J]. 环境科学学报, 2018, 38(5): 397-404.
- [5] 徐冰焯,俞洁,沈叶民. 近10年浙江省城市环境空气质量变化趋势及影响因素分析[J]. 环境污染与防治, 2017, 39(6): 610-615.
- [6] 单杰,刘本先,张志珍. 2016年潍坊市城区环境空气污染状况调查[J]. 环境与健康杂志, 2017, 31(10): 911-912.
- [7] 赵建平,姚天雨,王明虎,等. 基于云模型的长沙市大气环境质量评价[J]. 环境工程, 2017, 35(11): 149-154.
- [8] 郦建国,朱法华,孙雪丽. 中国火电大气污染防治现状及挑战[J]. 中国电力, 2018, 595(6): 6-14.
- [9] 玮娜. 中国环境污染治理科技创新及其机制研究[J]. 科学管理研究, 2017, 25(3): 30-33.
- [10] 王惠文,顾杰,黄文阳,等. 京津冀地区大气严重污染的主要影响因素分析[J]. 数学的实践与认识, 2017, 47(20): 84-89.
- [11] 庄欣,黄晓锋,陈多宏,等. 珠江三角洲PM_{2.5}高污染天气的区域污染特征分析[J]. 环境污染与防治, 2017(10):

1088-1091.

- [12] 李景鑫, 陈思宇, 王式功, 等. 2013—2014 年我国大气污染物的时空分布特征及 SO₂ 质量浓度年代际变化 [J]. 中国科技论文, 2017, 12 (3): 336-345.
- [13] 王振波, 梁龙武, 林雄斌, 等. 京津冀城市群空气污染的 模式总结与治理效果评估 [J]. 环境科学, 2017, 38 (10): 4005-4014.
- [14] 郝巨飞, 张功文, 王晓娟, 等. 一次环境大气重污染过程的监测分析 [J]. 高原气象, 2017, 36 (5): 1404-1411.
- [15] 杨阳, 李杏茹, 陈曦, 等. 春季沙尘过程北京市不同粒径大气气溶胶污染特征及来源分析 [J]. 环境科学, 2018, 39 (12): 5315-5322.