

Correlation Analysis between Concentrations of SO₂, NO₂, CO and Meteorological Conditions in Ya'an

Aiping Ling

Chengdu University of Information Technology, CUIT, Chengdu Sichuan
Email: lingaipingcuit@outlook.com

Received: Oct. 25th, 2019; accepted: Nov. 7th, 2019; published: Nov. 14th, 2019

Abstract

This paper selects the daily and hourly concentration monitoring data of air pollutants SO₂, NO₂ and CO in Ya'an City from 2015 to 2018, and the daily data of 5 meteorological elements of temperature, pressure, relative humidity, rainfall and 10 min average wind speed in the same period, using multi-scale. Trend analysis method obtained the time variation characteristics of three kinds of air pollutant concentrations, and then analyzed the correlation between pollutant concentration and various meteorological elements from different angles by grey correlation analysis method and correlation coefficient method. The results showed that the annual variation of SO₂ and NO₂ concentration showed a trend of rising and then decreasing, and the CO concentration continued to decrease; as for seasonal changes, three pollutants present a higher concentration in winter and spring, lower concentration in summer and autumn relatively; the concentrations of SO₂ and NO₂ show a periodic changes with decreasing first and then increasing, and the fluctuations of CO concentration are relatively flat; the influence of meteorological elements on SO₂, NO₂, CO concentration is different, and the correlation degree between 3 air pollutants with meteorological elements is also different in different years and seasons; the concentration of SO₂ is positively correlated with air temperature, relative humidity and rainfall, and negatively correlated with air pressure and 10 min average wind speed, while the concentration of NO₂, CO is both negatively correlated with the temperature, rainfall and 10 min average wind speed, positively correlated with air pressure and relative humidity; both BP neural network model and stepwise regression method have better prediction effects of CO than the concentration of SO₂ and NO₂.

Keywords

Air Pollutant, Meteorological Element, Multi-Scale Trend Analysis

雅安市SO₂、NO₂、CO浓度与气象条件相关性分析

凌爱平

成都信息工程大学, 四川 成都
Email: lingaipingcuit@outlook.com

收稿日期: 2019年10月25日; 录用日期: 2019年11月7日; 发布日期: 2019年11月14日

摘要

本文选取了雅安市2015~2018年的空气污染物SO₂、NO₂、CO逐日、逐小时浓度监测数据和同期气温、气压、相对湿度、雨量与10 min平均风速5个气象要素逐日数据, 采用多尺度趋势分析法得出3种空气污染物浓度的时间变化特征, 然后通过灰色关联度分析法、相关系数法从不同角度来分析污染物浓度与各气象要素的相关性。结果表明, SO₂、NO₂浓度的年变化呈现先上升后下降的波动变化趋势, CO浓度持续下降; 3种污染物浓度的季节变化都表现为冬春高、夏秋相对低的特征; SO₂、NO₂浓度的月均值都呈先减后增的周期性变化趋势, CO浓度的波动变化较为平缓; 各气象要素对SO₂、NO₂、CO浓度的影响程度不同, 不同年份、不同季节3种空气污染物浓度与各气象要素之间的关联度大小也不相同; SO₂浓度与气温、相对湿度、雨量正相关, 与气压、10 min平均风速负相关, 而NO₂、CO浓度与气温、雨量以及10 min平均风速都呈负相关, 与气压、相对湿度呈正相关。

关键词

空气污染物, 气象要素, 多尺度趋势分析

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

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

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



Open Access

1. 引言

目前, 随着我国社会经济的飞速发展、能源需求的不断增大、城市化进程的不断加快, 城市人口的迅猛膨胀, 人类活动产生的温室气体越来越多, 全球气候变化逐渐加剧, 由温室气体引起的全球气候变暖问题越来越受到人们的重视[1]。人类活动造成的空气污染物过量排放, 使得人们一直暴露在严重污染的大气之下, 不仅对人体健康产生了严重的威胁, 也给经济社会的发展带来了巨大的压力。

近年来由于我国污染形式严峻, 因此越来越多的学者对我国的污染特征和原理进行了研究, 其中, 有较多学者对SO₂、NO₂、CO与污染的联系进行了细致的分析, 如李景鑫, 陈思宇[2]等分析了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, 发现PM_{2.5}和SO₂全国平均质量浓度冬季浓度最高, 北方城市质量浓度明显大于南方; 罗燕, 陈新梅[3][4]等分析了2015~2016年云南省主要城市大气污染物浓度特征及其与气象要素的关系, 发现云南SO₂、NO₂、PM_{2.5}浓度冬季最高, 春秋季节次之, 夏季最低, 各污染物浓度在不同地区对不同气象要素敏感性不一致, 地区差异较大。张启发, 裴玉芳[5][6]等分析了2015年海东市大气污染物变化特征及其与气象要素的相关性; 冯宏芳, 隋平[7]对福州市污染物浓度时空分布及影响因子进行了研究; 周江兴[8]对北京市几种主要污染物浓度与气象要素进行了相关分析并用非线性回归进行了预测; 谢雨竹, 潘月鹏[9]等研究了成都市区夏季大气污染物浓度时空变化特征; 牛俊玫, 吴瑶[10]等分析了山西阳泉空气污染特征及其与气象要素的相关性, 并建立回归模型对污染物浓度进行了预报。

近年来四川盆地的空气污染问题逐渐加重, 越来越受到人们的关注, 川渝地区已经成为继长三角、

珠三角地区以及京津冀地区之后的中国第四大大气重污染区。特殊的中间低四周高的相对封闭的自然环境使得盆地内边界层大气层结稳定度较同纬度周围地区高,盆地内静风频率也相对较高,导致空气中的污染物积聚在盆地底部,难以扩散,这样一来,污染物持续累积,四川盆地的空气污染问题得不到很好的改善[9]。早期对四川盆地空气污染的研究一般局限于成都、重庆等城市,本文利用雅安市 2015~2018 年逐日、逐小时的 SO₂、NO₂、CO 质量浓度监测资料以及各气象要素的逐日资料,分析了雅安市空气污染物 SO₂、NO₂、CO 的时间变化特征及其与气象要素之间的关系,并对污染物浓度进行了预测,以期更好地了解盆地内空气污染分布状况,为盆地空气污染的防控和改善提供更有价值的参考。

2. 资料与方法

2.1. 数据来源

本文所使用的数据来源于空气质量浓度监测数据以及气象要素观测数据,空气质量浓度监测数据包括雅安市 2015~2018 年逐日、逐小时的 3 种空气污染物 SO₂、NO₂、CO 的质量浓度,气象要素观测数据为 2015~2018 年国家气象观测站观测的气温、气压、相对湿度、雨量、10 min 平均风速的逐日数据。

2.2. 研究方法

2.2.1. 趋势分析法

采用多尺度趋势分析法,从年、季节、月、日 4 种时间尺度来分析雅安市 3 种空气污染物 SO₂、NO₂、CO 浓度的变化趋势,从而得到它们的时间分布特征。

2.2.2. 相关分析方法

灰色关联度分析[11] [12]方法是根据各因素之间发展趋势的相似或相异程度作为衡量因素间关联程度的一种方法。若两个因素的变化趋势趋于一致,即同步变化程度较高,则可以说二者关联程度较高,反之则较低。

皮尔逊相关系数法[13] [14]是研究变量之间线性相关程度的一种方法,相关系数可以反映两个变量之间的相互关系及其相关方向。

3. 空气污染物 SO₂、NO₂、CO 特征分析

为了更好地了解雅安市 2015~2018 年 3 种空气污染物 SO₂、NO₂、CO 浓度的时间变化特征,本文分别从年、季节、月、日 4 种时间尺度出发来分析污染物浓度的变化趋势。季节变化中,3~5 月代表春季,6~8 月代表夏季,9~11 月代表秋季,12~2 月代表冬季。

3.1. 年变化分析

根据雅安市 2015~2018 年 3 种空气污染物 SO₂、NO₂、CO 浓度年平均变化曲线(图 1)可知,SO₂ 年平均浓度呈现先上升后下降再上升的波动变化趋势,2015 年平均浓度为 12.29 ug/m³,2016 年上升至 14.92 ug/m³,2017 年下降,2018 年又上升至 14.56 ug/m³;NO₂ 年平均浓度先上升后下降,2015~2017 年浓度上升,上升的趋势比较平缓,从 26.73 ug/m³ 上升到 28.15 ug/m³,2018 年呈现明显的下降趋势,年平均浓度下降至 20.65 ug/m³;CO 年平均浓度则呈现逐年下降的趋势,从 2015 年的 1.14 ug/m³ 一直下降到 2018 年的 0.63 ug/m³。总体来看,2015~2016 年 SO₂、NO₂ 年平均浓度都表现为上升的趋势,而 2016~2018 年两者呈现相反的变化,SO₂ 浓度是先减后增,NO₂ 浓度则先增后减。

3.2. 季节变化分析

根据雅安市 2015~2018 年 3 种污染物浓度的逐日数据计算四年每个季节的平均值,分别绘制出 SO₂、

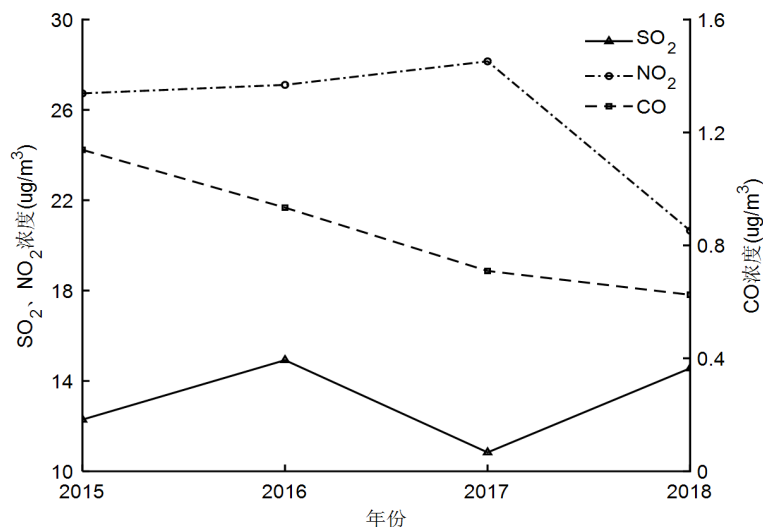


Figure 1. Annual variation of SO₂, NO₂ and CO concentrations in Ya'an City from 2015 to 2018

图 1. 雅安市 2015~2018 年 SO₂、NO₂、CO 浓度的年变化

NO₂、CO 浓度的季节平均柱状图(图 2、图 3、图 4)。

SO₂ 浓度一般春季、冬季较高, 夏季较低, 但每年不完全一致, 2015 年春季浓度最高, 夏季有所下降, 秋季最低, 冬季浓度又上升; 2016 及 2017 年都表现为夏季浓度最低, 但浓度最高值出现的季节不相同, 2016 年出现在夏季, 2017 年出现在春季; 2018 年 SO₂ 浓度季节变化与前三年有较大区别, 最高值出现在夏季, 最低值出现在冬季, 四季浓度变化波动范围不大。此外, 还可以看出, 2015~2018 年春季 SO₂ 浓度先下降后有小幅上升; 夏季 SO₂ 浓度先下降, 2016 年达到最低, 而后持续上升, 2018 年达到 4 年夏季平均浓度最高值; 秋冬两季 SO₂ 浓度都表现为先上升后下降再上升的变化趋势, 而且都在 2016 年达到最高值(图 2)。

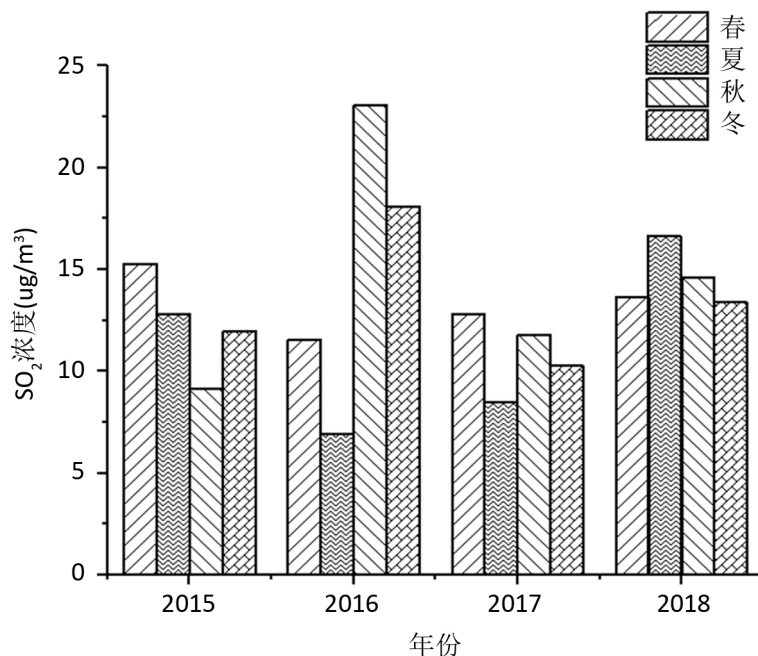


Figure 2. Seasonal variation of SO₂ concentration in Ya'an City from 2015 to 2018

图 2. 雅安市 2015~2018 年 SO₂ 浓度的季节变化

由 NO₂ 浓度的季节变化(图 3a)可知, 2015~2018 年 NO₂ 浓度的季节变化趋于一致, 都表现为冬春高、夏秋相对较低的特征, 每年春季到秋季浓度逐渐降低, 下降至四个季节中最低值, 其中 2015、2018 年下降幅度较小, 2016、2017 年下降幅度较大, 冬季 NO₂ 浓度又出现不同程度的上升趋势, 前两年上升幅度较后两年明显。2015~2018 年春、夏两季 NO₂ 浓度都是先上升, 到 2017 年达到最高值, 2018 年浓度又下降; 秋季表现为先下降后上升再下降的变化趋势, 波动幅度不大; 冬季 NO₂ 浓度呈现逐年下降的趋势, 2015 年冬季 NO₂ 浓度为四年中最高值, 而后逐渐下降, 2018 年冬季下降。

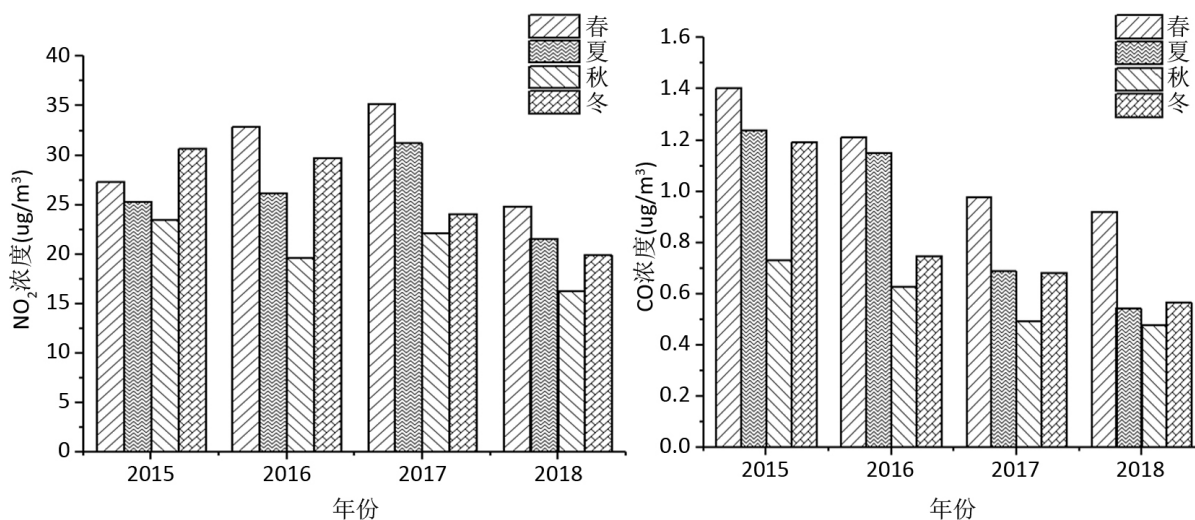


Figure 3. Seasonal variation of NO₂ and CO concentrations in Ya'an City from 2015 to 2018

图 3. 雅安市 2015~2018 年 NO₂、CO 浓度的季节变化

CO 浓度也表现为冬春高、秋季低的季节变化特征, 2015~2018 年最高值都出现在春季, 最低值都出现在秋季, 和 NO₂ 的变化特征一致, 每年春季到秋季浓度逐渐下降至最低值, 冬季又出现上升趋势, 2015、2016 年春夏两季 CO 浓度下降幅度较小, 到了秋季 CO 浓度出现明显的下降。此外, 2015~2018 年春、夏、秋、冬四季 CO 浓度呈现逐年下降的趋势, 2015 年四季的 CO 浓度为四年中相应季节的最高值, 到 2018 年则分别下降。可以看出, 夏季的下降幅度最为明显, 从 2015 到 2018 年浓度降低了 0.7 ug/m³, 秋季 CO 浓度下降趋势较为平缓, 从 2015 到 2018 年浓度只变化了 0.25 ug/m³ (图 3b)。

3.3. 月变化分析

3.3.1. 趋势分析法

根据雅安市 2015~2018 年 3 种污染物 SO₂、NO₂、CO 浓度逐月均值变化曲线(图 4)可以得到, SO₂ 浓度的月均值总体呈现先减后增的周期性变化, 浓度高值区和低值区出现的月份每年不完全一致, 2015 年浓度低值区出现在 6~9 月, 高值区出现在 11~2 月之间, 12 月份达到最高, 2016 年与 2015 年相反, 高值区出现在 6~9 月, 四年中 SO₂ 浓度月均值的最大值出现在 6 月份, 浓度低值区出现在 2~5 月。2017 年全年 SO₂ 浓度较前两年有所下降, 波动变化较小, 低值区出现在 4~6 月以及 10、11 月, 5 月是四年中 SO₂ 浓度月均值的最低值, 2018 年 SO₂ 浓度月均值变化趋势和前三年有所不同, 表现为先增后减的波动变化趋势, 变化范围在 10~20 ug/m³ 之间, 5 月和 8 月出现两个浓度高值区。

NO₂ 浓度的月均值也表现为先减后增的周期性变化, 这种周期性变化比 SO₂ 明显, 2015 年 10~12 月为浓度较高的月份, 均超过 30 ug/m³, 浓度低值区出现在 2 月份和 7 月份, 2016~2018 年 NO₂ 浓度月均值变化较为一致, 高值区出现在 11~1 月, 低值区出现在 6~8 月, 2017 年 1 月浓度达到 4 年最大值,

2015~2017年NO₂月均值浓度最高值逐年上升,到2018年,NO₂月均值浓度又下降至31.45 ug/m³。

CO浓度月均值的周期性波动变化也较为明显,2015年CO浓度先上升,3月份达到最大值,也是四年中CO浓度月均值的最大值,随后开始下降,7月份降到最低,后面几个月又保持上升趋势,2016~2018年CO浓度月均值变化基本保持一致,U型变化趋势相比SO₂、NO₂较明显,浓度较高的月份一般出现在12~2月,较低的月份出现在6~9月,此外还可以看出,CO月均值最高浓度呈现逐年下降的趋势,2015年CO月均值浓度在3月份达到最大值,2016~2018年CO月均浓度最高值出现的月份均在1月。

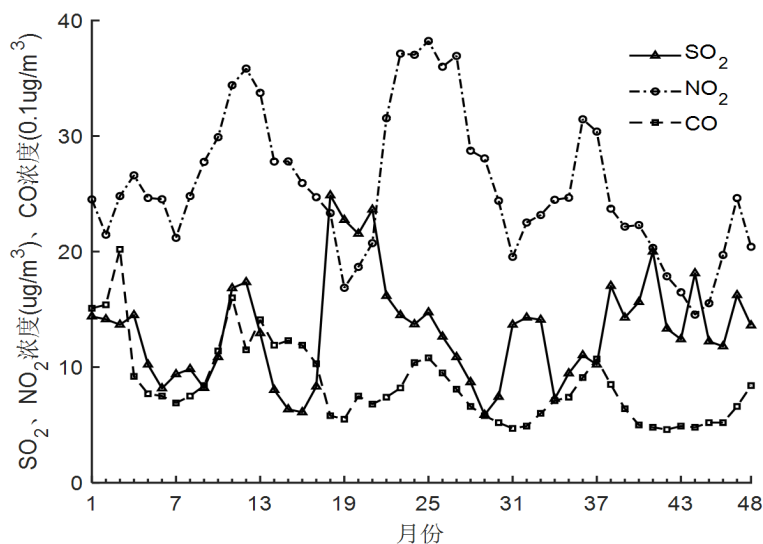


Figure 4. Monthly variation of pollutant concentration in Ya'an City from 2015 to 2018

图4. 雅安市2015~2018年污染物浓度的月变化

3.3.2. 趋势分析法

根据雅安市2015~2018年气温、气压、相对湿度、雨量、10 min平均风速5个气象要素的逐日数据绘制出月均值变化曲线(图5),从图中可以看出,雅安市2015~2018年月平均气温呈现先上升后下降的周期性变化趋势,温度较高的月份出现在6~8月,气温维持在23℃~28℃左右,温度较低的月份出现在12~2月,波动范围在6℃~9℃;月平均气压值与气温呈现相反趋势的变化,6~8月是气压相对较低的月份,而12~2月气压相对较高;相对湿度月均值呈现波动起伏的变化趋势,没有明显的周期性,月均值均在65%以上,最高达到90%,出现在2017年10月份,此外,每年9~12月是相对湿度较高的月份,相对湿度最低的月份为4~6月;2015~2018年降水量的逐月平均值变化有一个显著的特征,降水大值区主要集中在7、8月份,每年1月到6月降水量的月平均值逐渐上升,7、8月份达到最大值后,降水量开始下降,2017年9月出现一个小的波动变化;10 min平均风速的逐月平均值也没有明显的变化特征,在0.4~1.5 m/s范围内波动,风速较小的月份出现在10~12月,其中2017年10月、11月的风速最小,均低于0.5 m/s,7月份的10 min平均风速为1.34 m/s,是四年月均值中的最大值,此外,还可以看出,2018年10 min平均风速月均值波动幅度较前三年小。

4. 空气污染物SO₂、NO₂、CO与气象要素的相关性分析

4.1. 空气污染物与气象要素的灰色关联度

空气污染物浓度与污染源排放、所处地理位置、季节、控制措施等诸多因素有关,但在污染源变化

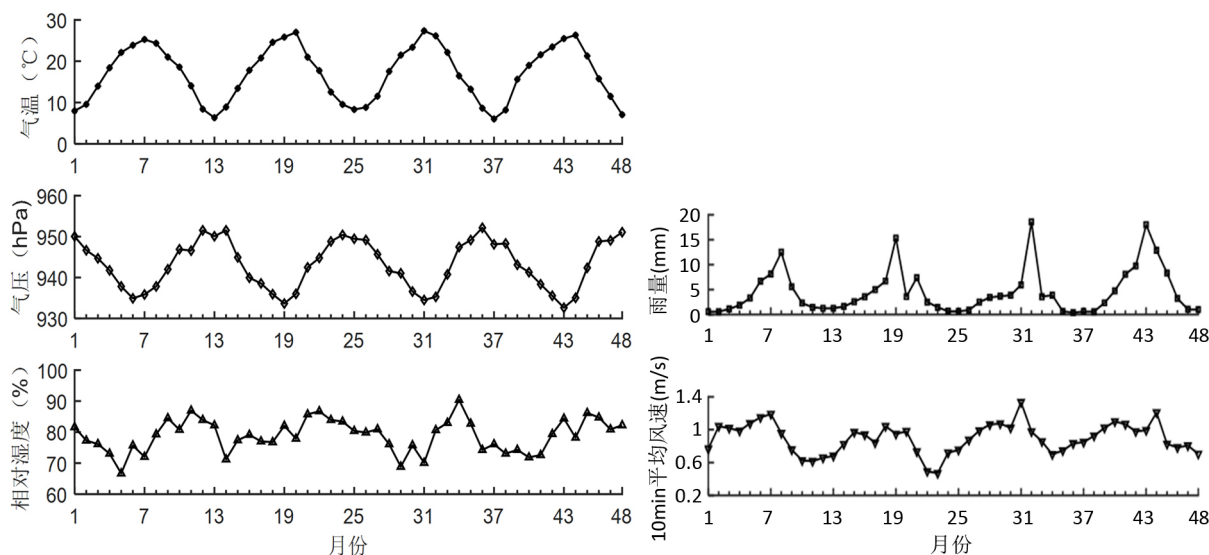


Figure 5. Monthly changes in temperature, air pressure, relative humidity, 2015~2018 rainfall, and 10 min average wind speed in 2015~2018

图 5. 2015~2018 年气温、气压、相对湿度的月变化、2015~2018 年雨量、10 min 平均风速的月变化

不大的情况下，污染物浓度的变化与气象条件密切相关[15]。下面采用灰色关联度分析法来分析雅安市 3 种空气污染物 SO₂、NO₂、CO 浓度与气温、气压、相对湿度、雨量以及 10 min 平均风速的关联程度。

由雅安市 2015~2018 年 3 种空气污染物与各气象要素的总关联度(表 1)可知，各气象要素对空气污染物 SO₂、NO₂、CO 浓度的影响程度不同，影响 SO₂ 浓度的最重要因素为雨量，其次是风速、气压、气温、相对湿度，而对 NO₂、CO 影响程度最大的都是气压，其次是风速，再者影响 NO₂ 浓度的因素依次为相对湿度、气温，雨量对 NO₂ 浓度的影响最小，影响 CO 浓度的因素依次为雨量、气温、相对湿度。

Table 1. The total correlation between three air pollutants and various meteorological elements in Ya'an City from 2015 to 2018

表 1. 雅安市 2015~2018 年 3 种空气污染物与各气象要素的总关联度

污染物	气温	气压	相对湿度	雨量	10 min 平均风速
SO ₂	0.6149	0.6971	0.5541	0.7468	0.7411
NO ₂	0.6457	0.7962	0.6482	0.6275	0.7471
CO	0.6161	0.7407	0.5878	0.6993	0.7259

根据 2016、2017 年雅安市 3 种空气污染物与各气象要素的分季节关联度(表 2、表 3)可以得到，不同年份、不同季节 3 种空气污染物浓度与各气象要素之间的关联度大小也不相同，即影响空气污染物浓度的各气象要素之间的强弱主次关系随着年份、季节的变化而发生一定的变化。2016 年春季对 SO₂、NO₂ 浓度影响较大的气象要素都是 10 min 平均风速，其次是气压，而对 CO 影响最大的是气温，其次是相对湿度，再者是气压，2017 年春季风速对 SO₂ 影响最大，其次是气压、相对湿度，而影响 NO₂、CO 浓度的各气象要素之间的强弱主次关系排序都为相对湿度、气压、风速；2016 年夏季对 SO₂、NO₂、CO 浓度影响最大的气象要素各不相同，分别为风速、气压、气温，2017 年夏季对 SO₂、NO₂、CO 浓度影响最大的气象要素分别为气温、气压、相对湿度；2016 年秋季对 SO₂ 浓度影响最大的气象要素为气温，然后是雨量、相对湿度，而 2017 年雨量的影响变得尤为重要，其次是风速、相对湿度，2016、2017 年秋季对 NO₂、CO 浓度影响最大的分别为气压、相对湿度，其他各气象要素对其影响程度又不完全一致；2016 年冬季影响 SO₂ 浓度的气象要素排序从强到弱依次为气压、气温、雨量，2017 年则为雨量、风速、气温，

2016 年对 NO₂、CO 浓度影响最大的气象要素都为雨量，对 NO₂ 浓度影响次之的是气压、气温，对 CO 浓度影响次之的是相对湿度、气压，2017 年对 NO₂、CO 浓度的影响最大的都是气温，其次是相对湿度。

Table 2. Seasonal correlation between three air pollutants and various meteorological elements in 2016
表 2. 2016 年 3 种空气污染物与各气象要素的分季节关联度

季节	污染物	气温	气压	相对湿度	雨量	10 min 平均风速
春季	SO ₂	0.6736	0.7008	0.6441	0.6980	0.7206
	NO ₂	0.6987	0.7118	0.6846	0.5951	0.7221
	CO	0.6917	0.6431	0.6446	0.4819	0.6410
夏季	SO ₂	0.6614	0.6754	0.6712	0.5039	0.6794
	NO ₂	0.6108	0.7277	0.6728	0.6629	0.7161
	CO	0.7596	0.7053	0.7072	0.5427	0.7099
秋季	SO ₂	0.7731	0.6546	0.6714	0.5828	0.7007
	NO ₂	0.5987	0.6748	0.6629	0.5816	0.6352
	CO	0.6815	0.6597	0.6818	0.5874	0.6686
冬季	SO ₂	0.6823	0.7028	0.6655	0.6095	0.6785
	NO ₂	0.6716	0.7017	0.6511	0.6420	0.7249
	CO	0.6518	0.6599	0.6614	0.6144	0.6982

Table 3. Seasonal correlation between three air pollutants and various meteorological elements in 2017
表 3. 2017 年 3 种空气污染物与各气象要素的分季节关联度

季节	污染物	气温	气压	相对湿度	雨量	10 min 平均风速
春季	SO ₂	0.6072	0.6855	0.6659	0.6021	0.7108
	NO ₂	0.5660	0.6763	0.6949	0.5608	0.6650
	CO	0.5876	0.6859	0.7180	0.6413	0.6846
夏季	SO ₂	0.6834	0.6389	0.6532	0.5985	0.6614
	NO ₂	0.6264	0.7208	0.7025	0.6218	0.6606
	CO	0.6488	0.6876	0.7512	0.5596	0.6755
秋季	SO ₂	0.6420	0.6126	0.5970	0.6872	0.6796
	NO ₂	0.6348	0.7015	0.6508	0.6536	0.6671
	CO	0.6641	0.6735	0.7115	0.5693	0.6105
冬季	SO ₂	0.6462	0.5600	0.5965	0.7774	0.6571
	NO ₂	0.7214	0.6686	0.6948	0.6074	0.6659
	CO	0.7350	0.6648	0.7111	0.6057	0.6848

4.2. 空气污染物与各气象要素的相关系数

灰色关联度分析法只分析了影响空气污染物浓度的各气象要素之间的强弱主次关系，相关系数可以直观地看出空气污染物浓度与各个气象要素之间的相关关系及相关方向，下面通过求 3 种空气污染物浓度与各气象要素之间的皮尔逊相关系数来进一步分析它们之间的正负相关关系。

污染物与各气象要素的相关系数(表 4),除了 SO₂ 浓度与 10 min 平均风速的相关系数没通过 0.05 的显著性检验,其余都通过了 0.01 的显著性检验。由表中数据可得,SO₂ 浓度与气温、相对湿度、雨量呈正相关,与气压、10 min 平均风速呈负相关,SO₂ 浓度随着气温的增加、相对湿度的上升、降水量的增加而增加,随着气压的上升、风速的增大而减小;而 NO₂、CO 浓度与气温、雨量以及 10 min 平均风速都呈现负的相关关系,与气压、相对湿度呈现正的相关关系,气温升高,NO₂、CO 浓度反而下降,降水量越大,对污染物浓度的湿清除作用越强,浓度越低,10 min 平均风速越大,越有利于污染物的输送、稀释与扩散,从而降低该地区的污染物浓度,气压的高低与大气环流形势有着密切的关系,当地面受高压控制时,中心气流下沉辐散,抑制了污染物的扩散,在稳定高压的控制之下,大气污染较为严重,空气中相对湿度较大时,水汽含量较多,使污染物附着在水汽中,也不利于污染物的输送扩散,且此时大气层结较稳定,污染物持续累积,其浓度随之上升。

Table 4. Correlation coefficient between air pollutant concentration and meteorological elements in Ya'an City from 2015 to 2018
表 4. 雅安市 2015~2018 年空气污染物浓度与各气象要素的相关系数

污染物	气温	气压	相对湿度	雨量	10 min 平均风速
SO ₂	0.1079**	-0.1029**	0.0709**	0.0768**	-0.0314
NO ₂	-0.4636**	0.3559**	0.0869**	-0.1983**	-0.3556**
CO	-0.4336**	0.2419**	0.1116**	-0.1846**	-0.2446**

注: **表示差异具有统计学意义($p < 0.01$)。

5. 结论

1) 年变化: SO₂ 浓度呈现先上升后下降的变化趋势, NO₂ 浓度变化表现为先上升后下降再上升, CO 浓度的年均值在 2015~2018 年持续下降。季节变化: SO₂ 浓度一般春季、冬季较高,夏季较低,但每年不完全一致, NO₂ 浓度的季节变化趋于一致,都表现为冬春高、夏秋相对较低的特征, CO 浓度表现为冬春高、秋季低的特征。

2) 月变化: SO₂ 浓度总体呈现出先减后增的周期性变化,浓度高值区和低值区出现的月份每年不完全一致; NO₂ 浓度也表现为先减后增的周期性变化特征,这种周期性变化比 SO₂ 明显; CO 浓度的波动变化较为平缓,月均值最高浓度呈现逐年下降的趋势。月平均气温呈现先上升后下降的周期性变化,6~8 月温度较高,维持在 23℃~28℃左右,12~2 月温度较低,波动范围在 6℃~9℃;气压与气温呈现相反趋势的变化;相对湿度呈现波动起伏的变化趋势,均在 65%以上;雨量的一个显著特征是降水大值区主要集中在 7、8 月份;10 min 平均风速的逐月平均值没有明显的变化特征,在 0.4~1.5 m/s 范围内波动。

3) 从灰色关联度的角度来讲,各气象要素对空气污染物 SO₂、NO₂、CO 浓度的影响程度不同,对 SO₂ 浓度的影响程度大小依次为雨量、风速、气压、气温、相对湿度,对 NO₂、CO 影响程度最大的都是气压,其次是风速,再者影响 NO₂ 浓度的因素依次为相对湿度、气温、雨量,影响 CO 浓度的因素依次为雨量、气温、相对湿度。此外,不同年份、不同季节 3 种空气污染物浓度与各气象要素之间的关联度也不相同。从相关系数的角度来讲,SO₂ 浓度与气温、相对湿度、雨量呈正相关,与气压、10 min 平均风速呈负相关,而 NO₂、CO 浓度与气温、雨量以及 10 min 平均风速都呈负相关,与气压、相对湿度呈正相关。

基金项目

成都信息工程大学本科教学工程项目(BKJX2019007, BKJX2019013, BKJX2019042, BKJX2019056, BKJX2019062, BKJX2019081, BKJX2019089, BKJX2019120 和 JY2018012)支持。

参考文献

- [1] 王莉, 贺玉川, 于光, 等. 泰州市 PM_{2.5} 与常规空气污染物及气象因素的相关性分析[J]. 中国卫生检验杂志, 2018, 28(22): 2788-2792.
- [2] 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.
- [3] 罗燕, 陈新梅, 田永丽, 等. 2015-2016 年云南省主要城市大气污染物浓度特征及其与气象要素的关系[J]. 环境科学导刊, 2018, 37(6): 40-45.
- [4] 朱振亚, 饶良懿, 余新晓, 等. 大气污染物浓度变化及其与气象因子的关系[J]. 科学技术与工程, 2014, 14(1): 119-123.
- [5] 李强, 吉莉, 马君, 等. 重庆北碚地区大气污染物与气象要素的相关性分析[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2016, 41(8): 64-72.
- [6] 张启发, 裴玉芳, 祁栋林, 等. 2015 年海东市大气污染物变化特征与气象要素相关性分析[J]. 青海环境, 2018, 28(3): 132-139.
- [7] 冯宏芳, 隋平, 邱丽霞, 等. 福州市污染物浓度时空分布及影响因子分析[J]. 气象科技, 2003, 12(6): 356-360.
- [8] 周江兴. 北京市几种主要污染物浓度与气象要素的相关分析[J]. 应用气象学报, 2005, 16(增刊): 123-127.
- [9] 谢雨竹, 潘月鹏, 倪长健, 等. 成都市区夏季大气污染物浓度时空变化特征分析[J]. 环境科学学报, 2015, 35(4): 975-983.
- [10] 牛俊玫, 吴瑶, 张恒, 等. 山西阳泉空气污染特征及其与气象要素的相关性分析[J]. 成都信息工程学院学报, 2013, 28(1): 95-103.
- [11] 邵振艳, 周涛, 史培军, 等. 大气污染对中国重点城市地面总辐射影响的时空特征[J]. 高原气象, 2009, 28(5): 1105-1114.
- [12] 张怀德, 梁丽明. 太原地区大气污染物输送特征分析[J]. 中国环境监测, 2000, 16(1): 42-44.
- [13] 赵璧, 张建华, 刘献辉, 等. 洛阳市大气污染特征与相关气象要素 24 小时变化分析[J]. 中国环境监测, 2004, 20(1): 21-23.
- [14] 刘筱冉, 王金艳, 邱继勇, 等. 沙尘天气对兰州市大气污染物置换和叠加作用[J]. 中国环境科学, 2018, 38(5): 1646-1652.
- [15] 赵文灿, 胡开明, 黄刚, 等. 北京城区夏季污染建立、维持、消退的天气过程[J]. 气候与环境研究, 2016, 21(4): 479-489.