

Correlation Analysis of AQI and Meteorological Factors in the Winter Half Year of Xingtai City, China

Xiaojuan Wang

Xingtai Meteorological Bureau, Xingtai, Hebei, 054000, China

Abstract

This paper analyzes the relationship between daily AQI and meteorological factors in the winter half year of Xingtai City, China. It is found that AQI is positively correlated with relative humidity, static stability index and inversion intensity, and negatively correlated with air temperature, mixing layer height and wind speed, that is, AQI increases (decreases) with the increase (decrease) of relative humidity and static stability index, increases (decreases) with the increase (decrease) of inversion intensity, and increases (decreases) with air temperature the height of the mixing layer decreases (increases) with the increase (decrease) of the wind speed, and decreases (increases) with the increase (decrease) of the wind speed.

Keywords

AQI; meteorological factors; correlation analysis

中国邢台市冬半年 AQI 与气象因子的相关关系分析

王晓娟

邢台市气象局, 中国·河北 邢台 054000

摘要

论文分析了中国邢台市冬半年逐日AQI与气象因子之间的关系,发现AQI与相对湿度、静稳指数、逆温强度呈正相关,与气温、混合层高度、风速呈负相关,即AQI随相对湿度、静稳指数的增大(减小)而增大(减小),随逆温强度的增强(减弱)而增大(减小),随气温、混合层高度升高(降低)而减小(增大),随风速增大(减小)而减小(增大)。

关键词

AQI; 气象因子; 相关分析

1 引言

空气质量指数与气象条件的关系一直是中国和其他国家专家学者研究的热点内容,中国和其他国家学者在这方面都做了大量的研究。邹旭东等^[1]的研究表明沈阳市空气污染指数与风速、气压、降水呈负相关关系,而与气温、地表温度呈正相关关系。Nidzgorska Lencewicz J等^[2]发现冬季反气旋天气条件下,波兰三联市污染物浓度非常高,气象条件对PM₁₀和SO₂的浓度有显著影响,其中气温和风速的作用尤其显著。王丛梅等^[3]认为稳定的大气环流形势、强逆温层、边界层下沉运动及地面辐合线等气象条件使得污染物在近地层积聚,造成大气污染加重。论文分析中国邢台市2015—2017年连续三年的冬半年逐日AQI与气象因子的相

关关系,以期为冬半年空气污染扩散条件的预报提供一定的支持。

2 AQI 与气象因子的相关性分析

2.1 与相对湿度的相关性

相对湿度是反映空气中水汽相对含量的因子。统计表明,当相对湿度小于50%时,空气质量为2级良的天数明显多于中度污染及以上等级天数;当其大于50%时,中度污染及以上等级天数占比明显升高。可见,随相对湿度升高,达标天数所占比例明显减少,而中度甚至重度以上污染所占比例显著提高。这表明,随着空气相对湿度的增大,污染物浓度也逐渐升高,这与两者表现出的正相关关系一致。AQI与相对湿度的相关系数为0.503,通过了置信度为0.01的显著性检验。

AQI随相对湿度的增大而增大,一方面是因为当相对湿度增大时,大气污染物中的颗粒物吸湿增长,导致扩散速度减慢,不利于污染物的扩散;另一方面是因为相对湿度的增大有利于污染物二次反应生成颗粒物。因此污染物浓度随

【基金项目】邢台市科技局项目“邢台市冬季主要污染物浓度预报模型构建”(项目编号:2020ZC139)。

【作者简介】王晓娟(1986-),女,中国山东威海人,本科,工程师,从事天气预报研究。

相对湿度增大而增大,因而AQI增大。

2.2 与逆温强度的相关性

11月、12月和1月邢台市平均逆温强度超过 5°C ,10月、2月和3月平均逆温强度在 $4.1^{\circ}\text{C}\sim 4.2^{\circ}\text{C}$;对10月至次年3月的污染实况分析得知,11月、12月和1月的污染天气占总天数的67%~81%,而10月、2月和3月的污染天数占总天数的比值为48%~54%,这和两者表现出的正相关关系是一致的。AQI与逆温强度的相关系数为0.338,通过了置信度为0.01的显著性检验。

AQI之所以随着逆温强度的增加而增大,是因为逆温越强,其下面的大气层结越稳定,通常持续时间也较长,空气垂直对流运动受阻,使得近地层污染物颗粒因扩散受阻而积聚,从而引起污染物浓度升高,即AQI增大。

2.3 与气温的相关性

从10月至次年3月,月平均气温先降低,到12月至次年1月,降至最低值,之后逐渐回升。逐月空气质量达标天数所占比例基本与月平均气温的变化趋势一致,即10月至12月达标比例逐渐减小,次年1月与12月基本持平,之后达标比例逐渐加大。而污染天数尤其是重度以上污染天数所占比例的变化趋势与月平均气温的变化趋势明显相反,即10月至12月污染天数尤其是重度以上污染天数所占比例逐渐加大,次年1月之后开始逐渐减小。这与两者之间的负相关关系一致。AQI与气温的相关系数为-0.255,通过了置信度为0.01的显著性检验。

当地面气温升高时,气温的垂直递减率增加,大气的不稳定性增强,对流运动趋于旺盛,因而有利于大气污染物的扩散,使得局地大气污染物浓度下降,因而AQI减小。

2.4 与混合层高度的相关性

据统计,月平均混合层高度从10月到11月明显降低,11月至次年1月呈现小的波动,2月又显著升高。从空气质量达标天数和污染天数所占比例的变化看,当混合层高度明显升高(降低)时,达标天数所占比例明显降低(升高),污染尤其是重度以上污染天数所占比例明显降低(升高),表现出反位相关系,与两者的负相关关系一致。这是因为当混合层高度升高时,垂直方向的湍流运动加强,污染物的扩散和稀释加强,导致局地污染物浓度降低,从而AQI减小;反之AQI增大。

2.5 与静稳天气指数的相关性

10月到11月,静稳天气指数明显增大,11月达到最大,

之后逐渐减小。整体看,秋季(10月、11月)和初冬(12月)静稳天气指数相对较高。AQI与静稳天气指数的相关系数为0.295,通过了0.01的显著性水平检验。两者呈正相关,这是因为静稳天气指数越大,天气形势越稳定,空气污染扩散条件较差,易于污染物的积累,导致污染物浓度升高,因而AQI增大,反之减小。

2.6 与风速的相关性

风速的大小决定了对污染物扩散稀释作用的强弱以及对污染物输送距离的远近。根据邢台市日平均风速实况数据分析,当年10月至次年3月,邢台市日平均风速以2级风和3级风居多,所占比例分别为57.6%和36.8%,1级风和4级风较少。从风速的月分布看,3级以上的风主要出现在3月和2月,所占比例分别为63.2%和52.6%,其中4级风主要出现在3月,所占比例为7%。分析月平均风速与AQI等级的分布情况发现,在风速较大的3个月(3月、2月和10月)内,空气质量达标天数所占比例均较高,而污染天数尤其是重度及以上污染天数所占比例明显降低。这与AQI和风速表现出明显的负相关关系一致。两者相关系数为-0.323,通过了置信度为0.01的显著性检验。

当风速增大时,单位时间内卷入污染大气中的清洁大气增多,对污染物的稀释作用增强;当风速很大时,污染物的输送距离可能变长,远距离输送导致污染物浓度降低,因而AQI减小。

3 结语

第一,AQI与相对湿度、静稳指数、逆温强度呈正相关,即AQI随相对湿度、静稳指数的增大(减小)而增大(减小),随逆温强度的增强(减弱)而增大(减小)。

第二,AQI与气温、混合层高度、风速呈负相关,即AQI随气温升高(降低)而减小(增大),随混合层高度升高(降低)而减小(增大),随风速增大(减小)而减小(增大)。

参考文献

- [1] 邹旭东,杨洪斌,张云海,等.1951—2012年沈阳市气象条件变化及其与空气污染的关系分析[J].生态环境学报,2015,24(1):76-83.
- [2] Nidzgorska-Lencewicz J, Czarnicka M. Winter weather conditions vs. air quality in Tricity, Poland[J]. Theoretical and Applied Climatology, 2015,119(3):611-627.
- [3] 王丛梅,杨永胜,李永占,等.2013年1月河北省中南部严重污染的气象条件及成因分析[J].环境科学研究,2013,26(7):695-702.