

胡江波,李小芳,彭诗军,等. 汉中市空气质量预报模型及验证[J]. 陕西气象,2018(2):33-36.

文章编号:1006-4354(2018)02-0033-04

汉中市空气质量预报模型及验证

胡江波¹,李小芳²,彭诗军³,杨利霞¹

(1. 汉中市气象局,陕西汉中 723000;2. 安康市气象局,陕西安康 725000;

3. 汉中市环境监测中心站,陕西汉中 723000)

摘要:利用汉中市2015—2016年1月1日—12月31日2a的空气质量资料和同期地面气象观测资料,分析了汉中市空气质量变化特征及其与气象要素之间的相关性,建立了汉中市空气质量预报模型。结果表明:汉中市空气质量状况总体较好,以优良天气为主,达标率为75.9%;汉中市空气质量夏季最好,秋季次之,冬季最差;空气质量指数(AQI)与气温、风速、日照时数、能见度、水汽压、降雨量、气压、地面气温相关性显著,各气象要素对AQI的影响有所不同,且不同季节内影响程度各异;建立的汉中市春、夏、秋、冬四季空气质量预报模型方程均通过显著性水平0.01检验,达到极显著水平。经验证,2017年春季空气质量级别预报准确率超过了85%,预报效果良好,可应用于汉中市空气质量预报业务。

关键词:汉中市;空气质量;气象要素;预报模型

中图分类号:X51

文献标识码:A

汉中市北依秦岭,南屏巴山,是著名的历史文化名城。近年来,随着城市化进程及经济的快速发展,大气环境质量,特别是城市环境空气质量,日益受到全社会的广泛关注。开展城市环境空气质量预报一方面具有较好的社会效益,可以保护城市居民的身心健康,指导居民的日常活动和行为;另一方面具有明显的环境效益,可以指明污染物排放量的消减和控制,防止和减少污染事件的发生^[1]。近年来,关于城市空气质量特征及预报模型的研究成果较多,王淑云等^[2]建立了城市空气质量与气象条件的关系及空气质量预报系统;赵秒文等^[3]建立了河北省空气质量预报模型,并投入业务使用;许杨等^[1]开展了武汉市空气质量预报研究,建立的空气质量预报模型方程,预报效果良好。我国地形地貌复杂多样,地域间空气质量特征及气象条件差异很大,因此,有必要深入开展汉中市空气质量特征及预报模型研究。

本文利用汉中市2015—2016年2a的空气质量资料和同期地面气象观测资料,分析了汉中市空气质量变化特征及其与气象要素之间的相关性,采用逐步线性回归法建立了汉中市空气质量预报模型方程。旨在为汉中市大气污染的预报预警、综合治理提供科学依据。

1 资料来源

所使用资料为2015—2016年1月1日—12月31日汉中市空气质量资料和同期地面气象观测资料。空气质量资料来自汉中市环境监测中心站,该站自2015年1月1日起改用空气质量指数(AQI)代替原来使用的空气污染指数(API)。根据AQI日平均值可将每日空气质量划分为优、良、轻度污染、中度污染、重度污染和严重污染6个等级(表1)^[4]。气象资料为汉中市国家基本气象站同期的气温、风速、日照时数、能见度、水汽压、降雨量、气压、地面气温等地面气象观测资料。

收稿日期:2017-11-03

作者简介:胡江波(1979—),男,汉族,陕西西安人,硕士,高工,从事应用气象方面工作。

基金项目:汉中市气象局2015年度科研项目(2015HZ-03)

表1 空气质量指数等级

空气质量指数	空气质量级别	空气质量类型
0~50	一级	优
51~100	二级	良
101~150	三级	轻度污染
151~200	四级	中度污染
201~300	五级	重度污染
>300	六级	严重污染

2 汉中市空气质量特征

2015—2016年汉中市空气质量达一级(优)的日数有140 d, 占总日数的19.2%;二级(良)有415 d, 占比例最高, 达56.8%;三级(轻度污染)有101 d, 占比达13.8%;四级(中度污染)较少, 有40 d, 仅占5.5%;五级(重度污染)和六级(严重污染)分别为34 d和1 d, 占比分别为4.6%和0.14%(图1)。可见, 2015—2016年汉中市空气质量以优良天气为主, 达到优良的日数有555 d, 达标率为75.9%, 污染天气(轻度污染及以上)占总日数的24.1%。

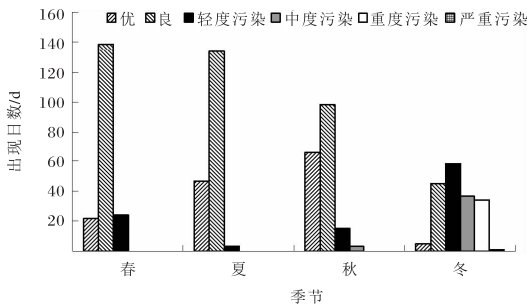


图1 2015—2016年汉中市四季空气质量等级日数

汉中市空气质量呈现明显的季节变化特征, 优良天气日数夏季最多, 为181 d; 其次是秋季, 为164 d; 春季为160 d; 冬季仅50 d, 且中度及以上污染天气均出现在冬季, 为一年中空气质量最差的季节(图1)。综合来看, 汉中市空气质量夏季最好, 秋季次之, 冬季为空气质量最差的季节。夏季气温高, 大气对流活动旺盛, 有利于空气污染物的扩散和稀释, 同时夏季降水多, 降水对空气污染物沉降作用显著; 冬季降水稀少, 气温低, 大气层结较为稳定, 往往有逆温层存在, 对污染物的扩散

较为不利^[5-8], 再加上汉中冬季燃煤取暖及道路扬尘等影响, 使本地污染程度逐渐加剧, 空气质量为一年中最差。

3 空气质量指数(AQI)与气象要素的相关性分析

通过分析2015—2016年AQI指数与气象要素之间的相关性发现(表2), AQI指数与气温、风速、日照时数、能见度、水汽压、降雨量、气压、地面气温相关性显著。相关显著性排序为: 地面最低气温>日最低气温>日平均气温>14时能见度>日最高气温>20时能见度>地面平均温度>08时能见度>水汽压>日平均气压>地面最高气温>日平均风速>日降雨量>日最大风速>日照时数。

另外, 各气象要素对空气质量指数(AQI)的影响有所不同, 且不同季节内影响程度各异。总云量、风速、能见度、降雨量与四季AQI总体成负相关。日照时数在春、夏、秋季与AQI成正相关, 在冬季与AQI成负相关。日最高气温在春、夏季与AQI成正相关, 日最低气温在夏、秋季与AQI成负相关, 日平均气温在春、夏季与AQI成正相关, 秋冬季与AQI成负相关, 且未通过0.05的显著性检验。水汽压与AQI在夏秋季成负相关, 冬季为正相关, 日最大相对湿度、日最小相对湿度及日平均相对湿度在春、夏季均与AQI成负相关, 冬季成正相关。地面最高气温、地面最低气温及地面平均温度与AQI的关系比较复杂, 在不同季节表现各异。

4 空气质量指数(AQI)预报模型

利用回归分析可确定几个变量之间是否存在相关关系, 还可以从多个变量中找出重要因素和次要因素。对于变量多, 而且变量之间不完全相互独立的情况可用逐步回归分析来进行因子筛选和模型建立^[9]。得到一个对因变量有显著影响的自变量所组成的最优回归方程。本文通过DPS统计软件分别对春、夏、秋、冬4个季节AQI的日均值与筛选出的20个因子进行逐步回归分析。

4.1 因子选取

将预测的AQI日均值(第二日值)作为因变量(Y), 将影响因子, 包括气象因子和当日AQI值作为自变量(x)进行逐步回归分析。对AQI变

表2 AQI指数与气象要素相关系数

气象要素	总体	春季	夏季	秋季	冬季
总云量	-0.187 6	-0.182 3*	-0.480 5**	-0.267 7**	0.037 2
日最高气温	-0.783 0**	0.192 0**	0.338 3**	0.006 0	0.045 2
日最低气温	-0.809 4**	0.066 9	-0.172 5*	-0.184 0*	-0.054 7
日平均气温	-0.799 4**	0.161 5*	0.145 3*	-0.088 9	-0.065 8
日平均风速	-0.595 5**	-0.177 7*	0.081 7	-0.375 4**	-0.485 1**
日最大风速	-0.555 4**	-0.221 0**	0.107 7	-0.272 8**	-0.441 4**
日日照时数	-0.440 3*	0.185 4*	0.511 7**	0.203 4**	-0.146 7*
08时能见度	-0.737 2**	-0.307 2**	-0.112 9	-0.372 0**	-0.587 6**
14时能见度	-0.792 8**	-0.285 3**	-0.128 4	-0.420 8**	-0.598 6**
20时能见度	-0.782 6**	-0.262 9**	-0.114 6	-0.396 8**	-0.599 1**
水汽压	-0.734 4**	-0.076 4	-0.369 1**	-0.152 6*	0.162 8*
日降雨量	-0.584 3**	-0.319 1**	-0.413 1**	-0.249 6**	-0.191 1**
日最大相对湿度	-0.095 8	-0.343 4**	-0.294 8**	-0.034 7	0.214 2**
日最小相对湿度	-0.153 8	-0.375 4**	-0.581 5**	-0.181 2*	0.261 1**
日平均相对湿度	0.000 1	-0.480 6**	-0.521 4**	-0.103 2	0.318 8**
日平均气压	0.714 6**	-0.146 5**	0.009 7	-0.031 7	-0.218 7**
地面最高气温	-0.693 4**	0.207 0**	0.302 9**	0.072 6	-0.136 6
地面最低气温	-0.814 2**	-0.028 8	-0.333 5**	-0.280 5**	-0.178 6*
地面平均温度	-0.778 9**	0.131 9	0.229 0**	-0.082 7	-0.207 6**

注: * 表示通过 0.05 的显著性水平检验; ** 表示通过 0.01 的显著性水平检验

化有直接影响的气象因素有总云量、气温、风速、日照、能见度、水汽压、降雨量、气压等,依次筛选出 19 个因子,同时考虑到当日的 AQI 值对第二日 AQI 值有重要影响,因此,将当日 AQI 值也作为自变量进行分析。

20 个因子包括: X_1 —总云量; X_2 —日最高气温; X_3 —日最低气温; X_4 —日平均气温; X_5 —日平均风速; X_6 —日最大风速; X_7 —日日照时数; X_8 —08 时能见度; X_9 —14 时能见度; X_{10} —20 时

能见度; X_{11} —水汽压; X_{12} —日降雨量; X_{13} —日最大相对湿度; X_{14} —日最小相对湿度; X_{15} —日平均相对湿度; X_{16} —日平均气压; X_{17} —地面最高气温; X_{18} —地面最低气温; X_{19} —地面平均温度; X_{20} —当日 AQI 值。

4.2 回归模型的建立

采用逐步回归法选取显著变量建立春、夏、秋、冬四季最优回归模型方程,最优回归模型方程结果见表 3。

表3 各季节最优回归模型方程及其显著性

季节	最优回归模型方程	R 值	F 值	P
春季	$Y = -404.307 - 0.886X_1 - 8.061X_5 + 0.207X_9 + 0.468X_{16} + 0.589X_{20}$	0.652	26.281	0.000 1
夏季	$Y = 70.937 - 1.761X_3 + 0.169X_8 + 0.454X_{20}$	0.543	25.128	0.000 1
秋季	$Y = 59.225 - 2.049X_1 - 0.948X_3 - 4.702X_6 + 0.701X_{20}$	0.825	94.868	0.000 1
冬季	$Y = 108.736 - 3.629X_1 - 12.418X_6 - 3.997X_7 - 0.308X_{12} + 0.486X_{14} - 7.182 X_{18} + 0.575X_{20}$	0.831	55.202	0.000 1

经检验,所建立的春、夏、秋、冬4个空气质量预报模型方程均通过显著性水平0.01检验,达到极显著水平,同时对模型方程中每个自变量的 T 检验显著性概率都大于0.05。相关系数(R)冬季最大,为0.831,说明冬季地面气象因素与空气质量指数(AQI)的相关性好;夏季相关系数($R=0.543$)最小,可能是由于夏季空气质量指数(AQI)不仅受日最低气温、08时能见度及当日AQI值等因素的影响,还受其他因素的影响。另外,各个季节影响空气质量的气象因素各不相同,冬季空气质量与气象条件的关系密切,受气象条件的影响较大。

4.3 预报效果检验

利用2017年春季(3—5月)气象观测资料值进行了预报,并将空气质量指数(AQI)的预报等级和同期汉中市环境监测站监测的空气质量指数(AQI)等级进行了对比。

通过表4可以发现,空气质量级别预报准确率总体为85.87%,没有出现级别误差在2级以上的情况,一级预报准确率最高,为100%,二级、三级预报准确率分别为85.54%和87.5%。可见,春季逐步回归模型方程预报效果良好,该预报模型的准确率超过了85%,可应用于汉中市空气质量预报业务。

表4 空气质量预报级别准确率 %

级别误差	一级	二级	三级	四级	五级	总计
0级	100	85.54	87.5	0	0	85.87
1级	0	14.46	12.5	0	0	14.13
≥2级	0	0	0	0	0	0

5 结论与讨论

(1)2015—2016年汉中市空气质量状况总体较好,以优良天气为主,达标率75.9%,污染天气较少。汉中市空气质量呈现明显的季节变化特征,各季节空气质量状况排名为:夏季>秋季>春季>冬季,即汉中市空气质量夏季最好,秋季次之,冬季为空气质量最差的季节。

(2)AQI指数与气温、风速、日照时数、能见

度、水汽压、降雨量、气压、地面气温相关性显著。各气象要素对空气质量指数(AQI)的影响有所不同,且不同季节内影响程度各异。

(3)建立的汉中市春、夏、秋、冬四季空气质量预报模型方程均通过显著性水平0.01检验,达到极显著水平。经验证,2017年春季空气质量级别预报准确率超过了85%,预报效果良好,可应用于汉中市空气质量预报业务。

(4)空气质量不仅与气象条件有密切关系,还与当地污染物排放及外来源污染物的迁移输送有重要关联。本文是在假设污染源稳定的情况下建立的预报模型,下一步将综合考虑外源性污染物、二次污染物合成等因素,从而进一步提高汉中市空气质量预报的准确率。

参考文献:

- [1] 许杨,王凯,贾桥莲,等.2007—2008年武汉市空气质量预报及检验[J].气象与环境学报,2012,28(2):81-84.
- [2] 王淑云,节江涛,熊险平,等.城市空气质量与气象条件的关系及空气质量预报系统[J].气象科技,2006,34(6):688-692.
- [3] 赵秒文,曲晓黎,郭蕊.近10a河北省空气质量分布特征及预报模型[J].山东气象,2013(3):21-23.
- [4] 环境保护部.环境空气质量指数(AQI)技术规定(试行):HJ 633—2012[S].北京:中国环境出版社,2012.
- [5] 陈渤黎,吴建秋,吴晶璐,等.2012—2014年常州市空气质量与气象要素关系分析[J].气象与减灾研究,2015,38(3):68-74.
- [6] 胡江波,王云鹏,杨利霞,等.汉中市空气污染特征及其气象条件分析[J].陕西气象,2016(6):31-34.
- [7] 杨睿敏,张小峰,苏俊辉,等.汉中市一次连续空气污染过程的气象条件分析[J].陕西气象,2010(4):11-14.
- [8] 孙田文,张淑敏,吴宁,等.铜川市空气污染气象条件分析[J].陕西气象,2015(5):27-32.
- [9] 王菊,金美英,张悦悦,等.长春市PM₁₀污染特征及其气象因素的相关性分析[J].河南师范大学学报(自然科学版),2014,42(5):105-109.