

羊兴,赵克明,闵月,等.2015年喀什市大气颗粒物的时空分布特征[J].沙漠与绿洲气象,2017,11(5):83-88.

doi: 10.12057/j.issn.1002-0799.2017.05.012

2015年喀什市大气颗粒物的时空分布特征

羊兴¹,赵克明²,闵月²,杨丹丹^{3*}

(1.喀什地区气象局,新疆喀什 844000;2.新疆气象台,新疆乌鲁木齐 830002;
3.上海市气象与健康重点实验室,上海 200030)

摘要:依据塔克拉玛干沙漠西侧喀什市2015年3个环境监测站、逐时的6类污染物浓度数据,分析了喀什市大气污染物的时空分布特征。总体来看,喀什市主要以颗粒物污染为主,即PM₁₀、PM_{2.5}污染严重。从季节上来看,喀什PM₁₀平均浓度为春季(504.2 μg·m⁻³)>秋季(264 μg·m⁻³)>夏季(239.6 μg·m⁻³)>冬季(222.6 μg·m⁻³),而PM_{2.5}则呈现冬季(145.9 μg·m⁻³)>春季(132.2 μg·m⁻³)>秋季(118.8 μg·m⁻³)>夏季(77.6 μg·m⁻³),冬季12月PM_{2.5}/PM₁₀比重达86%,说明喀什市冬季污染主要以PM_{2.5}为主。从日变化来看,颗粒物浓度的日变化曲线春、夏季为三峰三谷结构,秋、冬季为双峰型,PM₁₀、PM_{2.5}浓度夏季全天的峰值出现在午夜时刻,而春、秋、冬三季则出现在中午13:00左右,PM₁₀浓度最小值出现凌晨,而PM_{2.5}浓度最小值出现傍晚前后。从空间分布来看,PM₁₀、PM_{2.5}浓度表现出城市北部低、南部高的特点。

关键词:喀什;颗粒物;时空分布规律

中图分类号:X513

文献标识码:A

文章编号:1002-0799(2017)05-0083-06

大气污染事件,我国大部地区都有发生,尤其是21世纪初期频发高发污染事件,已经严重影响人们的生活和健康。2013年1月罕见的连续高强度霾污染席卷了我国中东部地区,涉及华北平原、黄淮、江淮、江汉、江南、华南北部等地区,受影响面积约占国土面积的1/4,受影响人口超过6亿^[1]。严重的污染事件,是自然界向人类社会敲响警钟。为了预防和减少空气污染,很多国内专家对城市大气污染进行了大量研究。对2011年10月发生在北京的连续灰霾过程进行了分析,得出的结果是该月频繁出现的鞍型场静稳天气及北京周边地区存在的基数较大的细颗粒物排放源所致^[2]。吴兑^[3]对2009年11月发生在珠三角严重灰霾天气过程分析指出,这次污染是由于经济规模迅速扩大和城市化进程加快,大气中细粒子气溶胶造成能见度恶化事件。北京市在污染物源强

的条件下,污染物的积累、稀释、扩散和清除主要取决于气象条件^[4]。近地面风速、温度、湿度、气压和边界层的高度等气象条件对于可吸入颗粒物的污染程度有着很重要的影响。北京市重污染气象要素特征主要表现为风速小、湿度大、能见度低^[5]。

新疆虽然地处我国西部经济不发达地区,但却是我国空气污染最为严重地区之一,尤其在南疆塔克拉玛干沙漠西侧的喀什市,地处帕米尔高原西端、西天山南麓及塔里木盆地西侧,地形复杂。作为“一路连欧亚、五口通八国”的交通重镇、商埠重镇及中国—中亚—西亚经济走廊的主要节点城市和中巴经济走廊的廊桥,喀什市具有不可替代的重要战略地位。由于特殊的地形^[6]和气象条件不利于大气污染物的扩散,近几年春季严重沙尘天气导致机场停运、航班取消、高速公路封闭,已严重影响喀什地区的经济发展和战略部署。

近年来,国内很多专家对喀什市沙尘特征做了很多研究,但对空气质量特征等方面的研究匮乏。主要影响喀什市的污染物有哪些?大气污染与气象条件的关系又是如何?特殊地形以及对污染物浓度空间分布^[7]影响如何?目前研究涉及较少,尤其是6类

收稿日期:2017-05-24;修回日期:2017-06-06

基金项目:上海市气象与健康重点实验室2015年度开放课题(QXJK201507)资助。

作者简介:羊兴(1981-),男,工程师,主要从事气象服务与应用气象工作。E-mail:85235011@qq.com

通讯作者:杨丹丹(1985-),女,高级工程师,主要从事环境气象预报研究。E-mail:ydd_danfer@hotmail.com

污染物浓度的特征更是无人分析。因此从关注大气污染治理、空气质量预报等角度,开展喀什地区污染物特征研究显得尤为必要。本文主要针对喀什市2015年3个环境观测站6类污染物的时间、空间分布特征进行统计分析,为喀什市空气质量预报提供一些参考。

1 数据与方法

2015年1月1日0:00起,喀什市环境保护局通过网络向公众发布全市大气污染监测站的6类污染物(PM_{10} 、 SO_2 、 NO_2 、 $PM_{2.5}$ 、 CO 和 O_3)的逐时监测数据。本文使用的3个监测站由南到北分别是市环境监测站、巡警大队、吾办,具体地理信息见图1,喀什地区主要是小手工业和种植业,无大型工业,在巡警大队附近有一所中学,其东北角5 km处有一座火电厂,吾办西北方向1 km处有一座火电厂。

统计某站或全市某种污染物日均值的前提是:该站某类污染物24 h有效监测数据 ≥ 18 个时次;对于全市某类污染物某小时的平均浓度值,则是3个子站点至少 ≥ 2 个站点存在有效监测值。依照上述规定,统计2015年1—12月期间全市6类污染物的日均值;日界的划分方法主要采用气象日界法,从21时到次日20时为一个24 h时间段;四季划分则采用气象划分法:3—5月为春季,6—8月为夏季,9—11月为秋季,12月一次年2月为冬季;污染物四季的日变化统计,采用整个季节多日平均值。

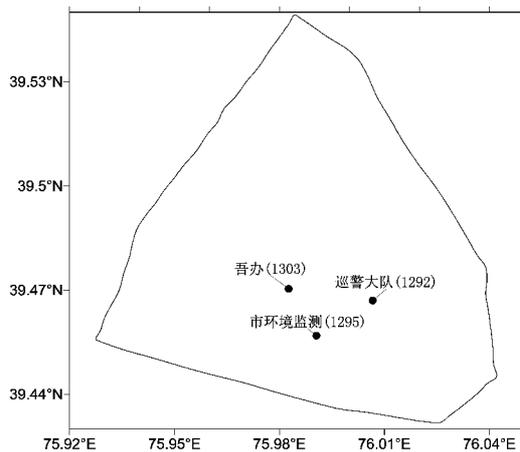


图1 喀什市大气污染监测站点分布
(括号里为海拔高度,单位:m)

2 污染物特征分析

2.1 喀什市污染物浓度的总体特征

喀什市2015年的 PM_{10} 浓度变化特征(表1)表现为整个春季明显高于其它季节,各季节 PM_{10} 平均浓度为春季($504.2 \mu g \cdot m^{-3}$)>秋季($264 \mu g \cdot m^{-3}$)>夏

季($239.6 \mu g \cdot m^{-3}$)>冬季($222.6 \mu g \cdot m^{-3}$),这与喀什特殊的气候背景有关。春季 PM_{10} 的平均浓度比兰州市沙尘最严重月份的浓度($479 \mu g \cdot m^{-3}$)还要高^[9]。相关研究^[9]表明,喀什市风沙天气主要集中在3—5月,风沙日数占全年的80%左右,春季冷空气活动频繁、风速较大,外加植被裸露、土质疏松,很容易造成严重的风沙天气。秋季冷空气活动也较频繁,但由于植被覆盖较好,所以风沙的严重程度要比春季小很多。喀什市 $PM_{2.5}$ 则呈现冬季($145.9 \mu g \cdot m^{-3}$)>春季($132.2 \mu g \cdot m^{-3}$)>秋季($118.8 \mu g \cdot m^{-3}$)>夏季($77.6 \mu g \cdot m^{-3}$),这与喀什市冬季采暖期污染排放及人为排放密切相关; SO_2 、 CO 、 NO_2 浓度四季变化特征都表现为整个冬季明显高于其它季节。

PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 年平均超标天数分别为252、207 d,占全年的69%和56.7%,说明污染比较严重且大气污染主要以 PM_{10} 为主,但冬季 $PM_{2.5}$ 占 PM_{10} 的比重达65.5%,说明喀什市冬季细颗粒污染较为严重,污染源排放及大气扩散条件是形成细颗粒污染的主要原因; PM_{10} 的四季超标率秋季最高,达79.1%,但平均浓度为 $264 \mu g \cdot m^{-3}$,主要原因是喀什市秋季多以浮尘为主;春季超标率次之,为77.2%,但浓度最高,为 $504.2 \mu g \cdot m^{-3}$,这与喀什地区春季出现沙尘暴频率较高有关^[10]; $PM_{2.5}$ 的四季超标率冬季最高,达68.9%,平均浓度为 $145.9 \mu g \cdot m^{-3}$,主要原因是喀什市冬季为采暖期,且以燃煤为主,秋季超标率次之,为64.8%,平均浓度为 $118.8 \mu g \cdot m^{-3}$,夏季超标率最低,为35.9%; CO 浓度超标天数占21.4%,说明喀什冬季 CO 污染值得关注; O_3 浓度则呈现夏季高于其它季节的特征,这与太阳辐射密切相关,超标天数为16 d,要引起我们的特别关注。

通过以上分析,发现喀什市主要以颗粒物污染为主,所以本文将主要以颗粒物 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 浓度展开分析。

表1 2015年喀什市污染物浓度四季状况

	春季/ 超标率%	夏季/ 超标率%	秋季/ 超标率%	冬季/ 超标率%	年均值/超 标率	年超标 日数/天	重污染 日数/天
PM_{10}	504.2/77.2	239.6/55.4	264.0/79.1	222.6/64.4	300.1/69	252	90
$PM_{2.5}$	132.2/57.6	77.6/35.9	118.8/64.8	145.9/68.9	117.4/56.7	207	75
CO	0.9/0	0.5/0	1.4/30.8	2.6/55.6	1.29/21.4	78	0
SO_2	17.4/0	12.4/0	12.60/0	24.3/0	16.6/0	0	0
NO_2	25/0	22/0	39.1/0	45.4/0	32.3/0	0	0
O_3	71.5/2.2	80.6/15.2	38/0	34.6/0	57.2/4.4	16	0

注:每一列“/”左侧数值为平均浓度数值,右侧数值为超标率(%);
 $PM_{2.5}$ 、 PM_{10} 、 NO_2 、 O_3 、 SO_2 单位: $\mu g \cdot m^{-3}$; CO 单位: $mg \cdot m^{-3}$ 。

2.2 颗粒物浓度时间变化

2.2.1 季节分布特征

图 2 显示了喀什 2015 年 1—12 月期间 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 的月平均浓度分布特征。可以看出,两类污染物月均值变化都为明显的三峰三谷结构。 PM_{10} 浓度 1 月为一年中的第三谷值,浓度为 $217.5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$,2 月浓度维持,3 月开始,浓度猛增,为一年中的峰值($574.6 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$),4 月略有下降,但浓度依旧很高,而后逐渐下降,到 6 月,达到一年中的次谷值($184.5 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$),7 月浓度又有所增加,为第三峰值($283.2 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$),此后浓度逐渐下降,到 9 月时为一年中的谷值($175.9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$),随后 10 月增加为一年中的第二峰值($359.9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$),这与乌鲁木齐月均值的分布有所不同^[1],乌鲁木齐为冬季最重,这主要取决于污染源的不同。从沙尘日数分布(图 3)来看,也印证了 PM_{10} 浓度三峰三谷的特征,3、7、10 月出现扬沙和浮尘日数对应三个峰值浓度出现的月份。春季 3—5 月是新疆冷空气活动最为频繁的季节,且为农事关键期,地表裸露,土质松软,喀什又邻塔克拉玛干沙漠,当有冷空气来临时,会产生翻山大风和东灌现象,沙尘较为明显^[9],所以会出现 PM_{10} 浓度较高的现象;夏季为新疆的主汛期,7 月强对流天气频发,易造成喀什地区的冰雹大风等天气^[12],所以 PM_{10} 浓度会有所增加;秋季冷空气活动也较频繁,但植被覆盖度高,大风进入盆地后会被削弱,为颗粒物的减少做出了贡献,所以 PM_{10} 浓度没有夏季高;冬季天气形势较为稳定,无明显沙尘天气发生^[13],所以浓度也较低。

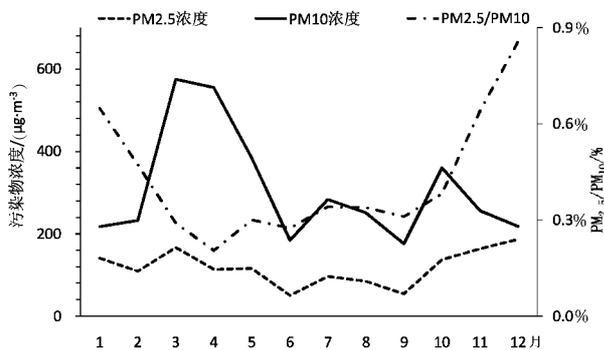


图 2 喀什市 2015 年 1—12 月颗粒物浓度分布及粗细颗粒物比重

$PM_{2.5}$ 浓度月均值也为三峰三谷结构,但最大浓度出现在 12 月 ($186.7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$),其余两个峰值与 PM_{10} 浓度一致,次峰值为春季的 3 月,第三峰值为夏季的 7 月,3 个谷值分别出现在 6 月 ($50.8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)、9

月 ($54.7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)、2 月 ($109.8 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)。冬季 $PM_{2.5}$ 浓度最高主要是因为喀什市冬季采暖期以燃煤为主,另冬季天气形势较为稳定,以静稳天气为主,扩散条件较差,所以浓度较高。

从 $PM_{2.5}/PM_{10}$ 比重可以看出(图 2),夏半年比重基本稳定在 20%~30%,说明夏半年以粗颗粒污染为主,而从冬半年来看,11、12、1、2 月比重都在 50%以上,尤其从 11 月开始, $PM_{2.5}$ 比重明显上升,12 月最高,比重达 86%,这已经与北京的 $PM_{2.5}$ 和 PM_{10} 之比 (0.867)^[14] 相当,说明喀什市冬季污染主要以 $PM_{2.5}$ 为主, $PM_{2.5}$ 占 PM_{10} 组成中的绝大部分,起到主导作用,这与其他城市、地区相关研究报道相似,需要控制污染源,才能有效缓解空气污染。

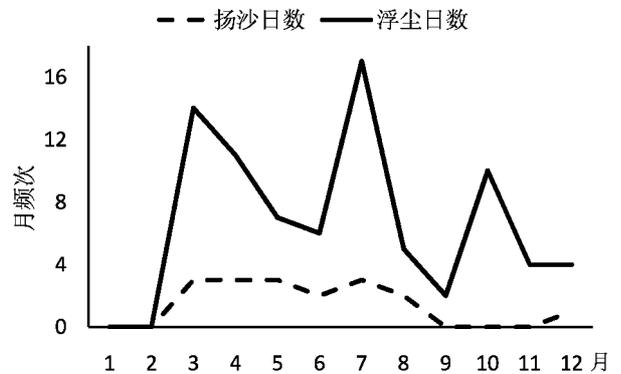


图 3 喀什市 2015 年 1—12 月沙尘日数

2.2.2 日变化特征

图 4 为喀什市 2015 年 PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 浓度四季日分布图。从全市平均值来看, PM_{10} 日变化幅度最大的是冬季(50%)、 $PM_{2.5}$ 为秋季(62%), PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 浓度的日变化曲线春、夏季为三峰三谷结构,秋、冬季为双峰型。总体来看, PM_{10} 、 $PM_{2.5}$ 浓度夏季全天的峰值都出现在午夜时刻,而春、秋、冬季则出现在中午 13:00 左右。

春季(图 4)10:00 之后, PM_{10} 浓度逐步增加,到中午 12:00 达到的第一个峰值(为 $611.7 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$),此后逐步下降,17:00 点达到一个次低谷,18:00 PM_{10} 达到第二个峰值($538.9 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$),然后略有下降后又上升,夜间 01:00 达到第三个峰值($517.1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$)。傍晚 04:00—10:00 之间出现全天的低谷,最小值为 $353.4 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ (06:00),全天有 10 h 浓度大于日均值($474 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$),这与之前的研究略有不同^[10],2000 年以前,喀什市沙尘暴以 20 时前后居多,这与气候变暖和城市发展关系密切。春季天气系统的移动和发展,一是冷空气从西天山翻山

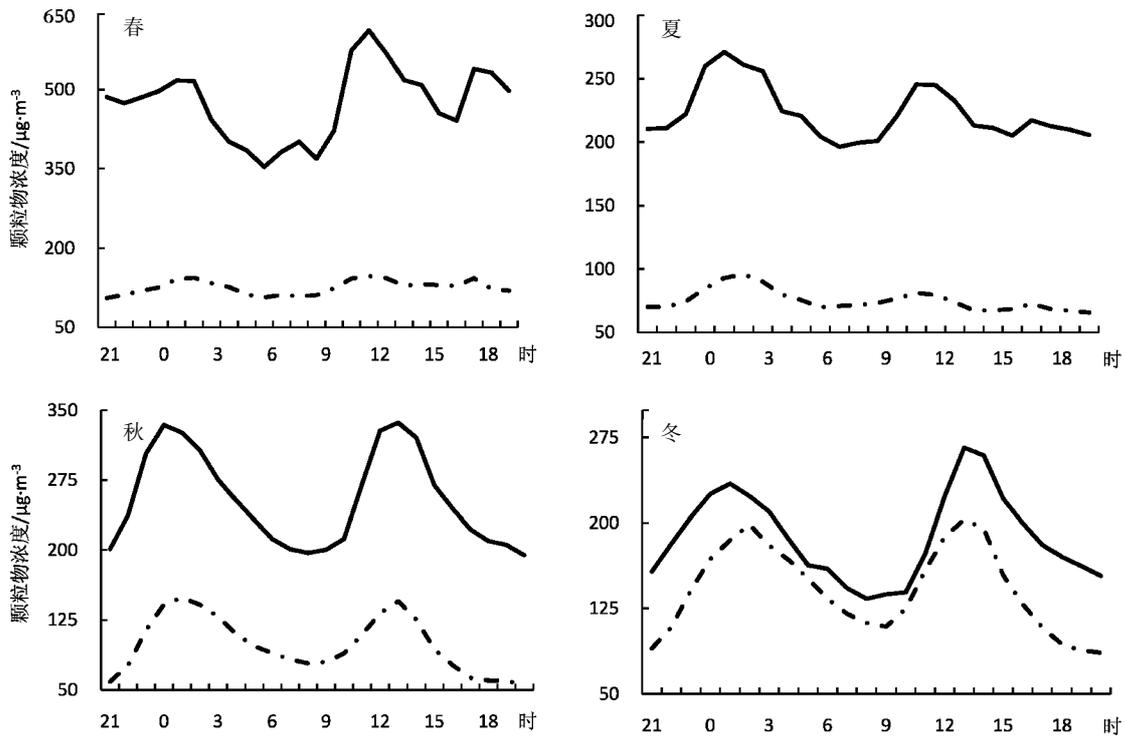


图4 喀什市2015年颗粒物浓度四季日变化

进入喀什地区,造成大风天气,这样产生的风沙天气以沙尘暴或扬沙为主,持续时间较短,50%以上不超过0.5 h^[10],所以造成浓度日变化出现时高时低的现象,这与风速大小有关;二是冷空气通过北疆东移,经东天山峡口地带东灌进入南疆盆地,而后逐渐随东风气流进入喀什地区,通过统计喀什市风速的日变化发现(图5),喀什市凌晨风速小,午后风速大,这样造成PM₁₀浓度峰值出现在午后。

夏季的PM₁₀浓度日变化特征(图4)与春季类似,只是峰值(271 μg·m⁻³)出现在01:00,04:00—10:00为一天的低值时段,PM₁₀浓度最低值为196.2 μg·m⁻³(07:00)。

秋季(图4)PM₁₀浓度13:00为全天的第一个峰值,为336.6 μg·m⁻³,此后逐步下降,到一天中的次谷值(197 μg·m⁻³),而后PM₁₀浓度又缓慢上升,在00:00到达次峰值334.3 μg·m⁻³,此后逐渐下降,18:00—21:00为一天的低值时段,最低值为194.5 μg·m⁻³(20:00)。

冬季(图4)PM₁₀浓度13:00—14:00为全天的第一个峰值,为266 μg·m⁻³;此后逐步下降,在20:00—21:00到达第一个低谷;而后又缓慢上升,

PM₁₀在夜间01:00到达次峰值234.4 μg·m⁻³;此后逐渐下降,在06:00—10:00为一天的低值时段,PM₁₀最小值出现在凌晨08:00,为133.5 μg·m⁻³。秋、冬两季的浓度日变化与风速的日变化(图5)相对应,下午和夜间的风速也是一天中相对较大的,风速增大对起沙比较有利,所以对应的浓度会增大。此外,还与热力条件关系密切,午后增温明显,造成热力不稳定^[9]。

春、夏两季冷空气活动频繁,锋区上波动较多,这样造成喀什地区整层大气不稳定,对风沙天气影响较大,所以会出现三峰三谷结构,秋、冬两季大气环流相对稳定,所以为稳定的双峰结构;四季表现的午后和午夜浓度值较大的主要是由于午后对流和湍流旺盛,对起沙比较有利,冬季主要和采暖期及静稳天气密切相关。

PM_{2.5}浓度四季日变化与PM₁₀浓度日变化基本一致,但平均浓度春、夏、秋三季与PM₁₀相差较大,冬季相差较小,PM_{2.5}/PM₁₀比重较高,这与之前的分析一致,冬季喀什市主要以PM_{2.5}为主。

2.3 颗粒物浓度空间分布特征

从喀什市2015年1—12月期间PM₁₀、PM_{2.5}浓

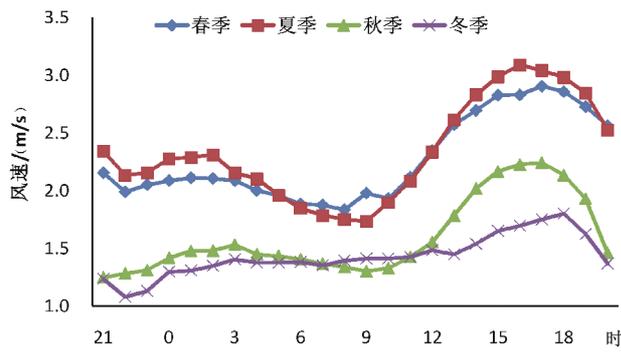


图5 喀什市四季风速日变化

度四季分布(表2)可以看出,PM₁₀浓度总体上是城北低、东南高的特点。春季最高浓度出现在市环境监测站(549 μg·m⁻³),最低值在吾办(410 μg·m⁻³),夏季最高浓度出现在市环境监测站(225 μg·m⁻³),最低值在吾办(221 μg·m⁻³),秋季最高浓度出现在吾办(262 μg·m⁻³),最低值在市环境监测站(246 μg·m⁻³),冬季最高浓度出现在市环境监测站(222 μg·m⁻³),最低值在吾办(156 μg·m⁻³);按照新标准,夏、冬两季污染指数都介于150~250,属于三级轻度污染;秋季污染指数250左右,属于四级中度污染;春季污染指数基本在410以上,属于5~6级重度到严重污染水平。

表2 2015年喀什市个测站颗粒物浓度

站点	四季状况			
	春季	夏季	秋季	冬季
市环境监测站	548.7/148.6	224.6/78.2	245.9/117.2	222/152.4
吾办	409.7/102.7	220.6/474.8	262.9/74.2	156/143.4
巡警大队	463.6/125.8	224.2/72.7	253.2/103	185.6/128.3

注:每一列“/”左侧数值为PM₁₀浓度,右侧数值为PM_{2.5}浓度。

这种分布主要与沙尘天气系统的走向和移动速度、不同地形、不同季节的天气系统、本地污染源及海拔高度有关。塔里木盆地的东灌可以造成下游地区辐合,产生上升运动,从而造成沙尘天气多发在塔里木盆地的西南部位;不同强度的冷空气造成西翻和东灌大风的强度亦不一致,沙尘区的辐合点及位置也有所不同,一般春季冷空气势力较强,所以造成风沙天气也较明显^[9,15],强沙尘区位置也偏南,秋季冷空气强度次之,所以西翻和东灌的位置偏北和偏东,所以市区的北部和东部的沙尘要强一些。

PM_{2.5}浓度四季呈现城市西北低、南部高的特点。春季最高浓度出现在市环境监测站(149 μg·m⁻³),

最低值在吾办(103 μg·m⁻³),春季污染指数介于100~200,属于三至四级轻度到中度污染水平;夏季最高浓度出现在南部市环境监测站(78 μg·m⁻³),最低值在巡警大队(73 μg·m⁻³),污染指数介于50~100,为二级良;秋季最高浓度出现在南部市环境监测站(117 μg·m⁻³),最低值在吾办(74 μg·m⁻³),污染级别属于二级到四级不等;冬季最高浓度出现在南部市环境监测站(152 μg·m⁻³),最低值在巡警大队(128 μg·m⁻³),污染指数介于150~300,市环境监测站为五级重度污染水平,其余两站均达到四级中度污染水平。冬季城南浓度高主要与采暖和人口密集区密切相关。

2.4 结论

(1)喀什市PM₁₀、PM_{2.5}年平均浓度为300 μg·m⁻³、117 μg·m⁻³,超标天数分别为252、207 d,占全年的69%和56.7%,所以空气污染主要以颗粒物污染为主,即PM₁₀、PM_{2.5}污染严重。

(2)从季节上来看,各季节PM₁₀平均浓度为春季(504.2 μg·m⁻³)>秋季(264 μg·m⁻³)>夏季(239.6 μg·m⁻³)>冬季(222.6 μg·m⁻³),PM_{2.5}则呈现冬季(145.9 μg·m⁻³)>春季(132.2 μg·m⁻³)>秋季(118.8 μg·m⁻³)>夏季(77.6 μg·m⁻³)。喀什市颗粒物月平均浓度呈现明显的三峰三谷结构。PM₁₀浓度在春季3、4月最大,而PM_{2.5}则在冬季12月最大。PM_{2.5}/PM₁₀比重12月达86%,说明喀什市冬季污染主要以PM_{2.5}为主。

(3)从日变化来看,PM₁₀、PM_{2.5}浓度的日变化曲线春、夏季为三峰三谷结构,秋、冬季为双峰型。总体来看,PM₁₀、PM_{2.5}浓度夏季全天的峰值都出现在午夜时刻,而春、秋、冬季则出现在13:00左右;PM₁₀浓度春季污染最重,最高值出现在12:00(611.7 μg·m⁻³),最小值出现在06:00(353.4 μg·m⁻³),冬季污染最轻,峰值出现在13:00—14:00,为266 μg·m⁻³,最小值出现在08:00,为133.5 μg·m⁻³;PM_{2.5}浓度四季日变化与PM₁₀浓度日变化基本一致,但平均浓度冬季最高,最高值出现在中午13:00(203 μg·m⁻³),最小值出现在20:00(86 μg·m⁻³),所以冬季主要以PM_{2.5}污染为主。

(4)从空间分布来看,PM₁₀、PM_{2.5}浓度总体上是城市北部低、南部高。

参考文献:

[1] 尹深,唐述权.发改委:年初以来持续雾霾天受影响人口约6亿人 [EB/OL]. (2013-07-11). <http://politics.people.com.cn/n/2013/0711/c1001-22162348.html>.

- [2] 高健,张岳翀,王淑兰,等.北京2011年10月连续灰霾过程的特征与成因初探[J].环境科学研究,2012,25(1):1201-1207.
- [3] 吴兑,吴晟,陈欢欢,等.珠三角2009年11月严重灰霾天气过程分析[J].中山大学学报(自然科学版),2011,50(5):120-127.
- [4] 郭利,张艳昆,刘树华,等.北京地区PM₁₀质量浓度与边界层气象要素相关性分析[J].北京大学学报(自然科学版),2011,47(4):607-612
- [5] 李令军,王占山,张大伟,等.2013-2014年北京大气重污染特征研究[J].中国环境科学,2016,36(1):27-35.
- [6] 李霞.复杂地形城市多尺度气流对大气污染影响的研究进展[J].沙漠与绿洲气象,2016,10(6):1-10.
- [7] 王颖,梁依玲,王丽霞.复杂地形气象场对污染物浓度空间分布影响的研究[J].沙漠与绿洲气象,2015,9(2):69-74.
- [8] 芝永华,傅朝,邵志宏.兰州市沙尘天气及其对空气质量的影响[J].灾害学,2007,22(1):77-81.
- [9] 新疆短期预报手册编写组.新疆短期预报手册[M].乌鲁木齐:新疆人民出版社,1986.
- [10] 王旭,马禹,陈洪武,等.新疆沙尘暴气候特征分析[J].中国沙漠,2003,23(2):147-151
- [11] 李霞.峡口城市乌鲁木齐冬季重污染的机理研究[D].北京:中国科学院大气物理研究所,2015.
- [12] 李杨,马舒庆,贾小芳,等.无人直升机搭载大气颗粒物采样装置的前期地面评估[J].气象与环境科学,2016,39(2):132-136.
- [13] 满苏尔·沙比提.新疆南疆近60a来冰雹灾害时空变化特征分析[C].中国地理学会2011年学术年会暨中国科学院新疆生态与地理研究所建所五十年庆典,2011.
- [14] 白云岗,宋郁东,张建军.近40a来塔里木盆地沙尘暴气候时空变化分析[J].干旱区资源与环境,2005,19(5):42-45.
- [15] 赵晨曦,王云琦,王玉杰,等.北京地区冬春PM_{2.5}和PM₁₀污染水平时空分布及其与气象条件的关系[J].环境科学,2014,35(2):418-427.
- [16] 王敏仲,魏文寿,杨莲梅,等.塔里木盆地一次东灌型沙尘暴环流动力结构分析[J].中国沙漠,2008,28(2):370-376.

Spatial and Temporal Distribution of Atmospheric Particulates over Kashgar City in 2015

YANG Xing¹, ZHAO Keming², MIN Yue², YANG Dandan^{3*}

(1.Kashgar Meteorological Bureau, Kashgar 844000, China; 2.Xinjiang Meteorological Observatory, Urumqi 830002, China; 3. Shanghai Meteorological and Health Laboratory, Shanghai 200030, China)

Abstract Based on the air pollutant concentration data collected from 3 environmental monitoring stations in Kashgar City in 2015, spatial and temporal characteristics of atmospheric pollutants were analyzed. The results showed that the general kind of pollution was PM (particulate matter), including PM₁₀ and PM_{2.5} pollution. PM had clearly seasonal variations, the average concentration of PM₁₀ were the highest in spring (504.2 μg·m⁻³), the lowest in winter (222.6 μg·m⁻³), and autumn (264 μg·m⁻³) and summer (239.6 μg·m⁻³) in between. The average concentration of PM_{2.5} were the highest in winter (145.9 μg·m⁻³), the lowest in summer (77.6 μg·m⁻³), and spring (132.2 μg·m⁻³) and autumn (118.8 μg·m⁻³) in between. In addition, the PM_{2.5} to PM₁₀ ratio was 86% in December, the result showed that the main pollution was PM_{2.5} in winter. The daily variety indicated that the concentration of PM presented the shape of “3-peak-3-valley” in spring and summer, “double-peak” in autumn and winter. The highest daily concentration of both PM₁₀ and PM_{2.5} occurred at midnight in summer, around 13:00 in other seasons. The lowest daily concentration of PM₁₀ occurred early in the morning, however, that of PM_{2.5} occurred in the late afternoon. From the spatial distribution, the concentration of both PM₁₀ and PM_{2.5} was low in the north of the city, high in the southeast.

Key words Kashgar; particulate matter; spatial and temporal distribution