

文章编号:1673-8411 (2017) 02-0022-05

广西西江流域大雾的气候特征及大雾类型分类

黄子航¹, 黄千淇²

(1.广西区气象培训中心, 南宁 530022; 2.上思县气象局, 广西 防城港 535599)

摘要: 通过对 1985–2014 年西江干线流域 7 个气象站能见度观测资料的分析, 得出西江流域大雾的气候变化分布规律: 西江流域大雾的空间分布不均匀, 局地性明显, 上游少, 下游多; 西江流域平均雾日最多为 1995 年, 最少为 2014 年; 一年各个月份均有大雾生成, 峰值主要集中在春季和冬季; 大雾主要在凌晨生成; 利用 2005–2014 年西江流域大雾按照天气学原理进行分类, 西江流域大雾多为平流雾, 142 天, 辐射雾 72 天, 锋面雾 48 天。

关键词: 雾; 气候特征; 气候变化; 环流形势; 分类

中图分类号: P46

文献标识码: A

Climatic characteristics and classification of heavy fog in Xijiang river basin of Guangxi

Huang Zihang¹, Huang Ganqi²

(1.Guangxi Meteorological Training Center, Nanning Guangxi 530022; 2.Shangsi County Meteorological service, Fangchenggang Guangxi 535599)

Abstract: Based on the analysis of the visibility data of 7 meteorological stations in the Xijiang river basin from 1985 to 2014, the distribution regulation of climate change of fog in Xijiang river basin is found out: the spatial and temporal distribution of fog in Xijiang river basin is uneven with obvious local characteristics of less upstream and more downstream. The maximum average fog days in the west river basin appeared in 1995, while that of minimum occurred in 2014. Fog could form in every month of the year, the peak mainly concentrates in spring and winter, and appearing in the early hours of the morning. According to the classification of the 2005–2014 west river basin fog data by principle of weather, the heavy fog in the Xijiang river basin is mostly plain fog (142 days), 72 days of radiation fog and 48 days of frontal fog.

Keywords: fog; climate characteristics; climate change; circulation situation; Classification

1 引言

大雾是一种灾害性天气, 是指悬浮在近地面大气中的大量微小水滴或冰晶的可见集合物, 是近地面层气温低于露点温度时, 过饱和的水汽凝结(或凝华)成水滴(或冰晶)生成的产物。由于大雾的低能见度(特别是能见度低于 200 米)对航空、航海、公路等交通方面以及环保带来严重的影响, 造成重

大的经济损失。随着经济的发展和近年人们对环保意识的日益重视, 越来越多学者深入探究大雾分布特点及其形成机理, 得出大量的预报经验^[1-5]。刘小宁等^[6]研究了全国范围大雾的分布特征及变化特点, 研究结果表明: 我国大雾分布东南部多西北部少, 大雾的变化与人类的活动环境的变化密切相关; 林建等^[7]全国大雾的环流形势进行研究表明我国大范围大雾发生的地面形势主要表现为均压型和锋前

收稿日期: 2017-01-15

作者简介: 黄子航(1985-), 男, 助理工程师, 从事气象培训工作。

型两大类;唐信英等^[8]对四川省大雾的地理分布、时间变化进行分析研究,表明盆地大雾多,高原大雾少,秋、冬季大雾多,分布广,春、夏大雾较少,分布范围小;陈元昭等^[9]对深圳市大雾的气候特征和环流特征进行分析,结果表明大雾形成的地面环流特征为均压场型、冷高压底部型、冷高压后部型,大雾发生时层结稳定;李生艳等^[10]分析了广西大雾的气候特征和地域分布特点。

目前对西江流域大雾的研究还是比较少,因此对西江流域大雾的分布特征和变化规律的研究具有重大意义,为航线运输提供预警参考依据。

2 资料和方法

本文定义的大雾是指水平能见度 $\leq 1000\text{m}$ 的天气现象。本文资料选取 1985–2014 年广西西江干线流域 7 个市、县(横县、贵港、桂平、平南、藤县、苍梧、梧州)国家气象站的逐日大雾记录,按照《地面气象观测规范》对日界(20–20 时)的规定内观测到能见度小于 1000m 的雾,无论时间长短,记为一个雾日。使用的分析方法有趋势系数、经验正交函数分解(EOF)、Morlt 小波分析等。

3 大雾的空间分布

从西江流域雾日的统计来看,区域分布极不均匀,上游少,下游多,雾日最多的为藤县年平均 25.1 天,最少为贵港年平均 2.9 天。

用 EOF 方法对西江流域 7 个测站 30 年来雾日天数进行分解,第一模态的方差贡献为 62.9%,第二模态的方差贡献为 19.9%,前两个模态的累计方差贡献为 82.7%,其余贡献率均比较低,所以选取前两个模态进行分析。

第一模态空间分布:整个流域除藤县外均为正值,反映大雾日数具有较好的一致性。第二模态空间分布:平南到横县一带为负值,其余地区为正值,这说明在西江流域大雾日数总趋势一致的情况下,上述正负值之间的雾日呈反相关趋势。由于第二模

态方差贡献为 19.9%,因此西江流域大雾日数在上述主要分布型的基础上,部分年份还呈第二模态的这种分布特征。

由于第一模态的方差贡献达 62.9%,在所有模态中贡献最大,所以对第一模态对应的时间系数进行分析,第一模态的对应的时间系列变化等同与各个站点平均雾日的变化,大值对应该年雾日多,小值对应该年雾日少。从第一时间系数演变来看,存在明显的年际变化和年代际变化;线性趋势表示全省的大雾日数呈显著的减少趋势;从二项式趋势变化可以看出:1980 年代中到 2000 年初雾日多,特别是 80 年代中和 90 年代中雾日最多,2000 年初开始到 2014 年雾日呈明显的减少。

对第一模态的时间系数进行小波分析,可以得出不同时间尺度的结构和变化规律。有第一模态的时间系数变化后得到的实部图可以看出:2–4a 和 16a 的尺度都存在周期变化。2–4a 的周期变化在 1985–2005 年间变现比较明显,随后由于大雾日数明显减少以后 2–4a 周期消失;16a 表现为 1985–2001 之间为雾日数大值期,随后雾日明显减小。

4 大雾的时间变化

对西江流域 7 个测站 30 年雾日进行年际变化分析(图 1)。西江流域 7 个站点雾日平均值的年际变化呈下降趋势,其气候倾向率为 -0.27天/a ,趋势系数为 -0.51 ,通过 0.01 水平的显著性检验,在这 30 年间,雾日天数最多为 1995 年,21.29 天,最少为 2014 年,4.86 天,最大值为最小值的 4.4 倍,表明雾的年际变化剧烈。



图 1 西江流域 7 个测站 30 年雾日年际变化

表 1 西江流域各个测站 30 年雾日的气候倾向率和变化趋势

	横县	贵港	桂平	平南	苍梧	梧州	藤县
气候倾向率	-0.2	0.1	0.29	-0.27	-0.49	-0.98	-0.37
趋势系数	-0.58***	0.27	0.52**	-0.48**	-0.44**	-0.74***	-0.27
*为通过 0.5 的信度检验			**为通过 0.01 的信度检验			***为通过 0.001 的信度检验	

从各站点雾日的趋势变化可以看出,除贵港、桂平外,其余 5 个测站均为负趋势,且趋势变化非常显著,横县、梧州显著性水平超过 0.001,苍梧超过 0.01,表明这三个地区 30 年雾日呈明显的减少趋势,减少趋势趋势最明显的为梧州,趋势系数为-0.74(表 1)。

5 月变化

对西江流域 7 个测站 30 年来各月雾日平均值进行分析,变化趋势主要分为三种类型:一是藤县、苍梧的 1-8 月平稳变化,9-12 月上升变化,峰值在 11-12 月;二是贵港、桂平、平南、梧州的 3-4 月峰值,6-12 月为低值期;三是横县,3-4 月为峰值,10 月峰谷,其余月份小幅波动变化期。

6 日变化

以桂平、梧州站 24 小时逐时观测资料进行西江流域日变化特征分析,其他测站无逐时观测资料。分析 1980-2010 年桂平雾开始和结束时间得出,开始时间大都在 3-9 时,这个时段内雾发生的频率占全天 67.9%,其中雾生成最频繁的时间是 6、7 时(24.35%、14.02%)。雾消散时间集中在 3-12 时,占 73.06%,主要集中在 6-9 时,另一个雾消失的时段为 18-20 时,占 12.55%。梧州站大雾生成时间集中在 5-7 时,占全天的 51.95%,其中雾生成最频繁的时间为 6 时,占 22.22%,8-23 时这 16 个时次中大雾生成仅占全天的 22.03%。雾消散时间集中在 6-9 时,占全天的 62.58%。

从雾的生消时段来看,雾主要在凌晨生成,日出以后地面温度升高,空气恢复到未饱和,雾滴也就立即蒸发消散。

分析西江流域雾生消的季节特征。桂平雾生:春季多生与 03-09 时,累计比列达 63.7%,峰值为 06 时,占 30.2%,最少为 11-14 时;冬季主要集中在 05-09 时,累计比例达 54.3%,峰值为 07 时,占 19.8%,19 时最少;夏季均出现在 02-08 时;秋季出现在 04 时以及 06-07 时。雾消:春季雾消集中时段

为 06-11 时,占全天比列 62.8%,冬季集中在 08-10 时,占 38.3%,而夏、秋雾消集中时段为 07 时,分别占全天比例的 33.3%、80%。

梧州春夏秋冬雾生主要集中在 0-8 时,累计所占全天比例分别为 62.31%、92.8%、72.83%、74.01%,峰值分别在 06 时(20.84%)、05 时(36.14%)、06 时(31.21%)、07 时(24.67%)。夏季大雾生成时间的峰值早与其他三个季节。雾消最早集中时段出现在夏季 05-07 时,占 79.21%,峰值 06 时,36.14%;其次为秋季 06-08 时,占 72.25%,峰值 08 时,34.68%;春冬为 07-09 时,分别占 43.9%、50.66%,峰值为 08 时(19.29%)、09 时(20.26%)。

随着季节的变晚,雾生消也变现出明显的季节变化特征,无论是雾生还是雾消,受太阳高度角的季节变化影响,导致地面气压场和辐射的改变,使其发生和结束的时间出现前移或者后推的现象。雾的生消时间还与温度有关,地面降温导致空气中水汽的凝结,利于雾的形成,升温有利于空气中水汽的蒸发,导致湿度降低,大雾也渐渐消退;春秋季温度相当,雾的生成和消散时间也相当,秋季的生消时间均略晚于春季;而冬季随着温度的明显下降,生消时间明显比春秋季偏晚 1-2h。

7 大雾的分类

7.1 辐射雾

辐射雾是由于辐射冷却作用使近地面气层水汽凝结而形成的雾,2005-2014 年间共有 72d 辐射雾天气过程,多发生在 11 月-1 月,占全年的 56.9%,最少 7-8 月,仅占全年的 1.39%。一般维持时间为 1-2d,持续时间最长的过程为 2006 年 12 月 21-23 日藤县大雾过程以及 2014 年 12 月 29-31 日梧州大雾过程,范围最大的过程为 2005 年整个西江流域除了横县外都出现了大雾天气。辐射雾生成时段多为夜间,消散时间集中在 8-9 时。

7.2 辐射雾的环流形势

7.2.1 高空环流

本文用 500hPa 对区域性辐射大雾进行天气学

表 2 西江流域辐射大雾的高空环流条件

	西北气流	副热带高压	西南气流	平直西风
发生次数	37	8	9	18
占总次数百分比%	51.4	11.1	12.5	25

分型,分为4种天气型:西北气流型、西南气流型、副热带高压型、平直西风气流型,如表2所示。

(1)西北气流型。500hPa等压面中高纬经向环流明显,华北槽深厚,槽底延伸到华南,或南支槽深厚,位于110E以西,大雾发生的前一日槽东移,槽前西南气流使近地层湿度加大,槽东移后转槽后西北气流,夜间辐射降温有利于雾的形成。在850hPa上大雾发生前为偏南气流,大雾发生时转为东北气流,有利于辐射降温形成雾。

(2)副热带高压型。500hPa等压面西北太平洋副热带高压呈东西带状,副热带高压非常强盛,588dagpm线西伸脊点到达100E,整个广西受副高588dagpm线控制,8个个例中有7个在大雾前期24h内均有微量到小雨量级的降水,增加了近地层的湿度,则夜间辐射降温后有利于雾的形成。低层850hPa多为高压后部的偏南气流控制,为近地层输送了水汽。本类型主要出现在7月到11月。

(3)西南气流型。500hPa在105E附近有南支槽,从桂西南到桂东北为一致的槽前西南气流控制。850hPa为偏南气流,为近地层输送充足的水汽。

(4)平直偏西气流型。在500hPa等压面上,但经向度比较小,广西主要以平直西风为主。前期850hPa多受高压脊后偏南气流控制,为大雾的形成提供近水汽,后期转东北气流有利于辐射冷却产生雾。

7.2.2 地面环流

由于辐射雾多发生在近地面层,因此它的形成与地面天气形势关系最为密切,从72个个例分析可以看出,地面形势场主要有以下4种类型。

(1)冷高脊型。53次,占总次数73.7%。中国大陆受庞大的冷高压控制,冷高中心不在广西,但底部延伸到华南地区,甚至到海南,广西受冷高脊控制,天气晴好,风向以东北风或偏东风为主。

(2)减弱高压型。7次,占总次数9.7%。冷空气已经过境,地面冷高压减弱变性,中心位置主要在广西境内,广西受弱高压控制,天气晴好,北风减弱,但由于下垫面仍较冷,有利于水汽凝结成雾。

(3)高压后部型。7次,占总次数9.7%。地面高压已东南移入海,强度明显减弱,多数时候云南地区有低压存在,广西处在高压后部、低压东部弱偏南气流中,天气晴好,在夜间晴空辐射效应下,气温下降快,使近地层空气达到饱和,为雾的形成提供水汽条件。

(4)地面鞍型场或均压场型。5次,占总次数6.9%。广西气压梯度小,风力小,天空晴朗。

7.2.3 探空分析

从辐射雾的探空曲线分析,对流有限位能CAPE为0,说明大气层结稳定,逆温层从地面开始,辐射逆温;露点线与等温线在近地面相交,近地层空气饱和,边界层以上为非常干燥的空气,温度露点差大;边界层内以静风或微风为主,850hPa以下垂直风切变小,不利于上下层空气的交换。

7.2.4 辐射雾具体预报指标

(1)若起雾前下过雨,预报未来24小时地面为冷高脊影响,由雨转晴,夜间天空转晴,辐射降温;若起雾前无雨,预报未来24小时地面为冷高脊影响,晴空辐射降温;

(2)西江流域及上游地区高空为冷平流且气流较干;

(3)天空云量3~5成,风速 $\leq 2\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$,相对湿度 $\geq 85\%$,水汽压 $\geq 6\text{hPa}$;

(4)气温日较差 $\geq 6^\circ\text{C}$;地面前日20时与当日08时气温差值 $\geq 6^\circ\text{C}$;

(5)地面 $T-T_d\leq 3^\circ\text{C}$,近地层接近饱和,1000~925hPa有逆温。

7.3 平流雾

平流雾是暖湿空气移到较冷的陆地或水面时,致使近地面层空气迅速降温,逐渐达到过饱和状态而形成的雾。通常发生在冬季,持续时间一般较长,范围大,雾较浓,厚度较大,有时可达几百米,多伴有毛毛雨天气,地面为偏东风或东东北风,风速小于等于 $4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ 。2005~2014年间共有142d平流雾天气过程。

平流雾形成的高空形势一般是:中纬度环流较平或多小波动,以偏西气流或西南气流为主,槽在22N以北;850hPa为西南或偏南气流,西江流域处于暖区,未来没有明显冷空气南下。

平流雾形成的地面天气形势主要有两种:入海变性高压后部、地面河套高压前部。

锋面雾具体预报指标:

(1)高空图上中纬度环流较平或多小波动,以偏西气流或西南气流为主,槽在22N以北;

(2)850hPa位西南或偏南气流,西江流域处于暖区,未来没有明显冷空气南下;

(3)地面为入海变性高压后部或地面河套高压前部,有弱冷空气影响;

(4)地面为弱东风、东北风或西北风,风速小于等于 $4\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$;

(5)地面 $T-T_d\leq 3^{\circ}\text{C}$,近地层接近饱和,1000–850hPa 有逆温。

7.4 锋面雾

锋面雾发生在锋面附近。冷空气位于近地面低空,锋上云层降雨滴遇冷凝结达过饱和而形成雾。分为锋前雾、锋经过时发生的雾和锋后雾。2005–2014 年间共有 48d 锋面雾天气过程,占 18.3%,发生在春季的占 56.3%。

在 500hPa 上主要表现为 95–110E 有槽,西江流域为槽前西南气流,或有小波动从高原移下影响西江流域;850hPa 西江流域主要处于切变线南侧西南急流影响下,或低涡切边南侧西南气流,有利于水汽的输送;地面有静止锋或冷锋影响,并伴有降水。

锋面雾具体预报指标:

(1)预报地面有锋面影响横县–贵港–梧州一带;

(2)天空云量 9–10 成;

(3)大雾发生前或大雾发生时有小雨量级的降水;

(4)地面风速 $\leq 2\text{m/s}$,相对湿度 $\geq 80\%$,水汽压 $\geq 9\text{hPa}$;

(5) $T-T_d\leq 3^{\circ}\text{C}$,850hPa 或 700hPa $T-T_d\leq 4^{\circ}\text{C}$,湿层较厚;

(6)近地层接近饱和,并伴有逆温。

8 结论

(1)西江流域大雾的空间分布不均匀,局地性明显,上游少,下游多;

(2)西江流域平均雾日的年际变化明显,呈下降趋势,最多为 1995 年,最少为 2014 年;一年各个月份均有大雾生成,各地的月分布情况不同,峰值主要集中在春季和冬季;大雾的日变化情况主要为凌晨生成,日出以后气温升高,空气恢复饱和,大雾消散;

(3)大雾的生消具有明显的季节变化特征;

(4)西江流域多辐射雾,多发生在 11 月–1 月,生成原因:高空形势主要体现为西北气流型、西南气流型、副热带高压型、平直西风气流型,地面形势为冷高脊型、减弱高压型、高压后部型、地面鞍型场或者均压场型;

(5)平流雾高空形势主要为中纬度环流较平或多小波动,以偏西气流或西南气流为主,槽在 22N 以北;地面形势为入海变性高压后部或地面河套高压前部;

(6)锋面雾多发生在春季,500hPa 有槽或者小波动,地面有锋面南下,并伴有降水。

参考文献:

- [1] 邓学良,石春娥,吴必文,等.1970~2009 年安徽省大雾气候特征分析 [J].长江流域资源与环境,2015,24 (12): 2125–2134.
- [2] 常军,黄玉超,李素萍,等.河南省大雾的时空分布特征及 500hPa 环流特点分析 [J].气象,2007,33 (6): 82–88.
- [3] 姚蓉,戴泽军,傅承浩,等.湖南大雾气候特征及成因分析 [J].安徽农业科学,2008,36 (34): 15089–15091.
- [4] 张燕光.华南沿海春季大雾的分析和预报 [J].气象,1999,25 (2): 53–55.
- [5] 王碧波,刘书慧,张勇为.近 35 年南充大雾特征分析 [J].安徽农业科学,2015,43 (34): 296–299.
- [6] 刘小宁,张洪政,李庆祥,等.我国大雾的气候特征及变化初步解释 [J].应用气象学报,2005,16 (2): 220–228.
- [7] 林建,杨贵名,毛冬艳.我国大雾的时空分布特征及其发生的环流形势 [J].气候与环境研究,2008,13 (2): 171–181.
- [8] 唐信英,罗磊,王鸽,等.四川省大雾时空分布特征研究 [J].高原山地气象研究,2009,29 (3): 60–65.
- [9] 陈元昭,彭勇刚,王明洁,等.深圳大雾的气候统计及特征分析 [J].广东气象,2008,30 (5): 26–28.
- [10] 陈元昭,彭勇刚,王明洁,等.深圳大雾的气候统计及特征分析 [J].广东气象,2008,30 (5): 26–28.