

湖州地区大雾气候特征及天气分型

周雪婧, 尹浩, 向华

湖州市气象局, 浙江 湖州

收稿日期: 2023年9月30日; 录用日期: 2023年10月30日; 发布日期: 2023年11月6日

摘要

利用2013~2021年湖州地区地面观测资料、ERA5再分析资料等对湖州地区大雾的气候特征及天气分型进行探究。结果表明: (1) 近年来大雾发生日数总体呈减少趋势, 且受地形因素影响, 空间分布由南向北减少; 能见度500~1000米的雾多发, 小于50米的特强浓雾发生次数最少。(2) 年变化来看, 长兴站大雾逐年变化总体比较平稳, 其余三站自2013年起大雾过程增多, 2014~2015年维持在较高的水平, 2021年明显减少; 季节变化来看, 大雾多发生于冬季, 秋、春两季次之; 月变化来看, 11月至次年2月是大雾出现的主要时段, 7~9月则相对较少; 日变化来看, 一天内各时段均有可能出现雾, 常发生于00~05时, 消亡于05~09时。(3) 根据高低空环流特征将湖州地区大雾分为高压后部型、均压场或鞍型场型和冷高压型, 其中均压场或鞍型场型最为常见。

关键词

大雾, 时空分布, 天气分型

Climate Characteristics and Weather Classification of Heavy Fog in Huzhou Area

Xuejing Zhou, Hao Yin, Hua Xiang

Huzhou Meteorological Bureau, Huzhou Zhejiang

Received: Sep. 30th, 2023; accepted: Oct. 30th, 2023; published: Nov. 6th, 2023

Abstract

Using ground observation data and ERA5 reanalysis data from 2013 to 2021 in Huzhou area, this study explores the climate characteristics and weather classification of heavy fog in Huzhou area.

The results show that: (1) In recent years, the number of days of heavy fog occurrence has shown an overall decreasing trend, and due to terrain factors, the spatial distribution has decreased from south to north; fog with a visibility of 500~1000 meters is more common, and extremely strong fog with a visibility of less than 50 meters has the least frequency of occurrence. (2) In terms of annual changes, the fog at Changxing Station has remained relatively stable year by year. The fog process at the other three stations has increased since 2013, maintained at a relatively high level from 2014 to 2015, and significantly decreased in 2021; from the perspective of seasonal changes, heavy fog often occurs in winter, followed by autumn and spring; from the perspective of monthly changes, November to February of the following year is the main period for the occurrence of heavy fog, while July to September is relatively rare; from the perspective of daily changes, fog may appear at various times of the day, often occurring between 00:00 and 05:00, and disappearing between 05:00 and 09:00. (3) According to the characteristics of high and low altitude circulation, heavy fog in the Huzhou area can be divided into high pressure rear type, uniform pressure field or saddle type field type, and cold high pressure type, with uniform pressure field or saddle type field type being the most common.

Keywords

Heavy Fog, Spatiotemporal Distribution, Weather Classification

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

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



Open Access

1. 引言

雾属于一种较为常见的天气现象，是由大量微小水滴或者冰晶等悬浮物在近地面的空气中凝结的大气现象，能被肉眼所识别。空气会因为雾的生成而变得混浊，能见度也会因此降低。雾的出现对交通、运输、生产、出行等方面都会造成一定的困扰。此外，雾还会加剧近地面层的空气污染、降低植物的光合作用，严重影响人类以及动植物的身体健康，特别是大雾、浓雾以及强浓雾造成的影响更为显著[1] [2]。大雾主要分布在中国东南沿海地区，四川盆地地区，湘黔交界，山东沿海以及云南南部等地区[3]。而浙江省的大雾主要出现在东部沿海、浙北地区中西部、浙中西部以及浙南西南部地区。同时，雾的季节特征也非常显著，浙北地区的大雾常出现在春季、深秋至冬季[4]。

湖州位于浙江北部、太湖南岸，紧邻江苏、安徽两省，地势呈西南向东北倾斜，西倚天目山脉，东部为水乡平原，西部则以山地和丘陵为主。湖州地区人口密集，有多条铁路、公路经过，太湖和运河系航运也非常繁忙。大雾是湖州地区常见灾害性天气之一，大雾常造成航道、道路封闭等，对经济发展十分不利。比如，2008年1月8~11日，湖州市出现了持续性强浓雾天气，市区最小能见度不足50米，并出现了雾闪现象，对输变电设备带来了非常不利的影响。此次大雾天气过程导致沪杭甬、杭金衢、甬台温、乍嘉苏高速浙江段等浙江省境内主要高速公路因大雾多次封道关闭。

关于大雾天气的预报一直是湖州地区天气预报业务中的重难点。因此，研究大雾的时空分布特征、环流形势等对于建立湖州地区大雾预报模型、提升大雾预计技术水平以及做好相关预报服务等都具有重要意义。

2. 资料来源和方法

本文中所使用的资料主要包括：(1) 湖州市 2013~2021 年逐 5 分钟能见度(目前湖州地区有能见度的

站点共 13 个)、气温、相对湿度、风速等地面观测资料；(2) 逐小时 EAR5 再分析资料。有关大雾统计的相关说明：(1) 对日界(20~20 时)出现能见度小于 1000 米且降雨量 ≤ 0.1 mm，记为一个雾日；四季划分为：春(3~5 月)、夏(6~8 月)、秋(9~11 月)、冬(12 月~次年 2 月)；(2) 大雾个例筛选采用同一次天气过程中，若超过 75% 的自动站出现大雾，则记为一次大雾过程。

3. 湖州地区大雾的时空分布特征

3.1. 湖州地区雾的统计特征

湖州地区地处太湖南岸，地势大致由西南向东北倾斜，西部多山，东部则为平原水网。从湖州地区四个国家站 2013~2021 年大雾发生总次数分布(图 1 左上)来看，受地形因素影响，湖州地区大雾日数有所差异，其中德清发生次数最多，其次为安吉、湖州，长兴最少。

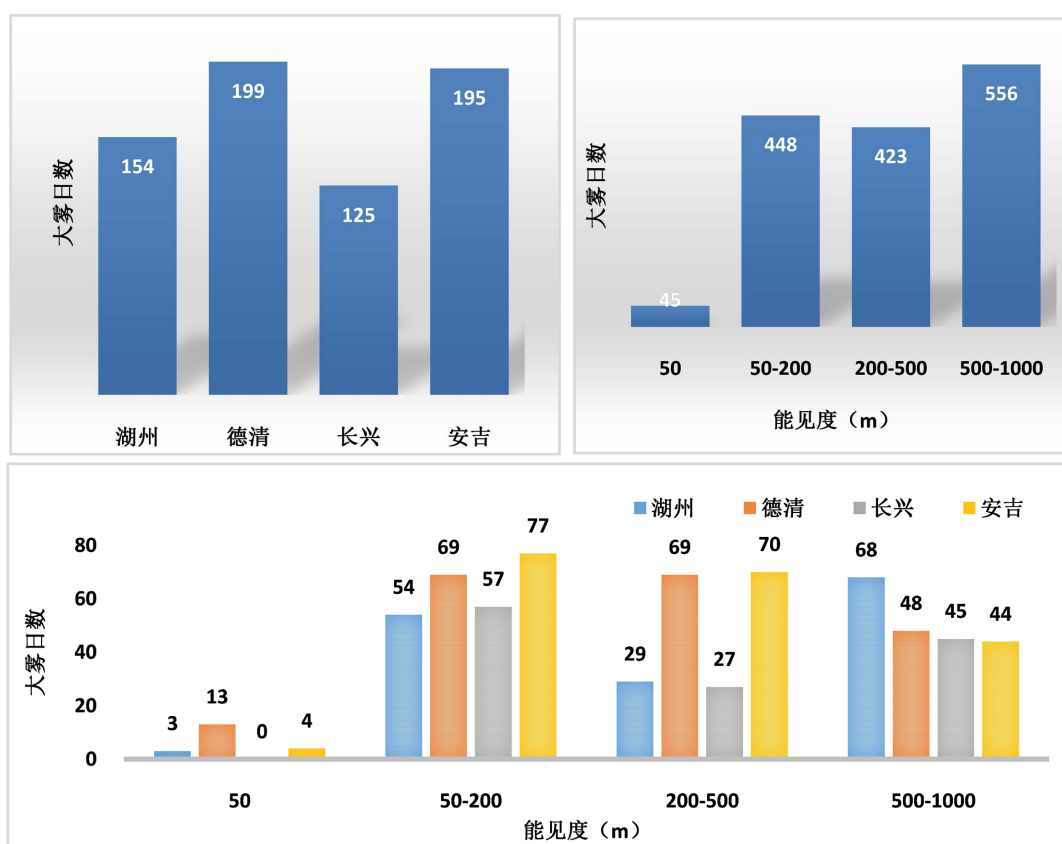


Figure 1. Distribution of total fog frequency at national stations (upper left), distribution of visibility levels in Huzhou area (upper right), and distribution of visibility levels at national stations (lower)

图 1. 国家站大雾总次数分布(左上)、湖州地区能见度等级分布(右上)以及国家站能见度等级分布(下)

从湖州地区大雾过程能见度等级分布情况(图 1 右上)来看，湖州地区大雾多集中在 500~1000 米，占总发生次数的 38%；其次为 50~200 米、200~500 米，分别占 30%、29%；而小于 50 米的强浓雾发生次数最少，共发生了 45 次，仅占 3%。从国家站大雾能见度等级分布(图 1 下)情况来看，湖州大雾天气能见度分布多集中在 500~1000 米，50~200 米次之，小于 50 米发生次数最少；德清能见度等级分布主要集中在 50~200 米和 200~500 米，其次为 500~1000 米，小于 50 米次数虽明显多于其它三站，但仍发生次数最少；长兴能见度等级在 50~200 米发生次数最多，500~1000 米、200~500 米次之，而小于

50 米大雾没有发生；安吉能见度等级分类和德清相似，多集中在 50~200 米和 200~500 米，小于 50 米次数最少。

综合来看，四个国家站均表现为小于 50 米的特强浓雾最不易发生。位于平原地区的湖州、长兴站 500~1000 米及 200~500 米雾最易发生，而海拔相对较高的德清、安吉站 50~200 米和 200~500 米雾较为常见，别是 200~500 米雾比湖州、长兴明显偏多。

3.2. 年变化特征

湖州地区 2013~2021 年国家站大雾总次数逐年变化图来看，除长兴外，其它三个站大雾的逐年变化趋势都比较相似，2013 年起大雾过程增多，2014~2015 年维持在较高的水平，而后出现明显波动，2021 年明显减少。长兴大雾逐年变化总体比较平稳，2013 年起逐年递增，2015~2020 年变化相对平稳，2021 年有所减少。

2013~2021 年湖州站共出现 154 个大雾日，年平均大雾日 17.1 d；2014、2015 年大雾日数最多，达 26 d，2021 年最少，仅有 5 d；位于南部的德清和安吉大雾日数最多，分别达 195 d、199 d；位于最北部的长兴日数最少，仅有 125 d，比大雾发生次数最高的德清偏少近 37%。总体来看，湖州地区大雾逐年分布表现为 2014~2016 年大雾多发，2021 年起大雾呈减少趋势，空间分布上湖州地区大雾分布由南向北有所减少。

3.3. 季节变化特征

据统计，湖州地区 39.2%的大雾都发生在冬季；秋季、春季次之，分别占 22.5%、22.3%；夏季最少，仅占 16%。

国家站各季节大雾分布情况来看，湖州、长兴、安吉三站大雾发生情况类似，均表现为冬季发生次数最多，夏季最少，春秋两季相当。而德清站大雾同样多发于冬季，但与其它三站不同的是德清夏季大雾发生次数仅次于冬季，这可能是由于德清站位于山顶，国家站海拔 102.5 米，由于夏季暖湿气流较活跃，从而导致能见度下降。

3.4. 月变化特征

从大雾月变化(图 2 左)来看，因个别站能见度仪启用时间短，样本个数不充足外，全市大部站点各月均有大雾出现，呈现出显著的月变化特征。可以看出，11 月至次年 2 月是大雾出现的主要时段，占大雾总日数的 46%，而 7~9 月大雾出现相对较少，其中 8 月大雾出现日数最少，仅占 2%。

国家站月变化情况来看，湖州站雾大都发生在 11 月至次年 3 月，发生次数占 69%，呈现出明显的“单谷型”分布；6~9 月大雾发生次数仅占 1%。德清站大雾呈“双谷型”分布，4~5 月及 8~10 月为谷期，发生次数占 30%；11 月至次年 3 月及 6~7 月为峰期，占 70%。长兴、安吉大雾常出现在 11 月至次年 3 月。

3.5. 日变化特征

由于不同类型的大雾形成机理的不同导致大雾日变化也有所差异。对于辐射雾而言，持续时间短，由于夜间辐射降温，水汽在此时容易达到饱和，大雾天气发生几率也因此增加，白天由于太阳辐射升温作用，大雾快速消散，有明显的日变化特征。平流雾则是由于暖湿空气平流到较冷的下垫面上，下部冷却形成的雾，日变化不明显。

从湖州地区大雾日变化分布图(图 2 右)可以看出，湖州地区 1 d 内各时段均有可能出现雾，但大雾常发生于 00~05 时，占总发生几率的 61%，04 时发生大雾的次数最多，08~19 时雾出现次数较少。消亡时

间来看, 湖州地区大部分雾多集中在 05~09 时消亡, 占比 65%。

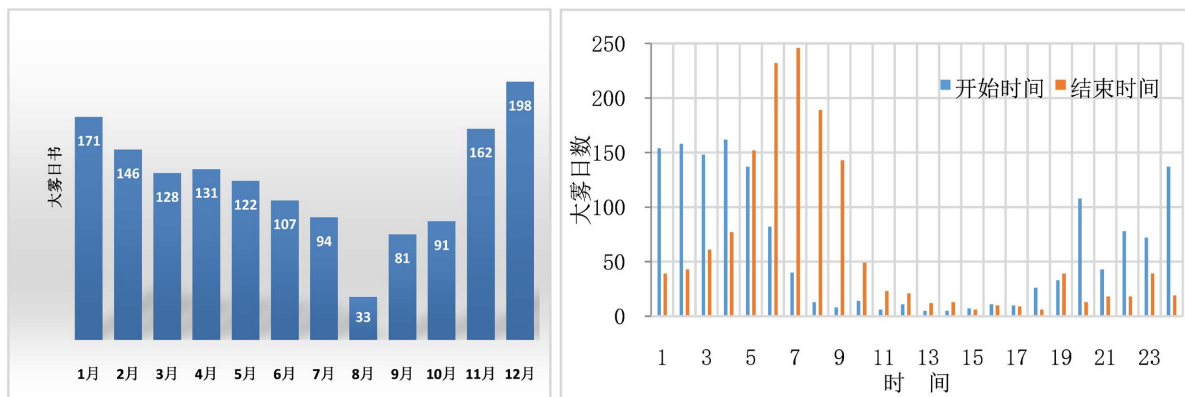


Figure 2. Monthly distribution of total fog frequency in Huzhou area (left) and daily distribution of total fog frequency in Huzhou area (right)

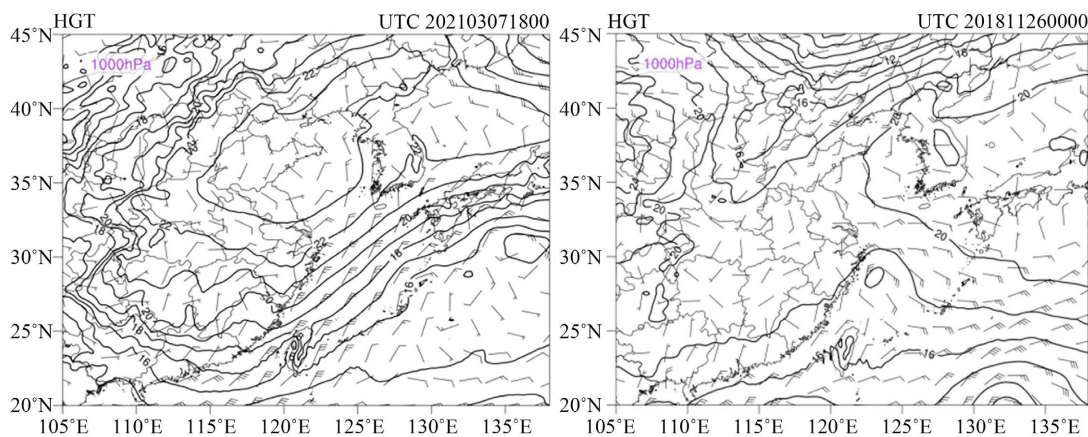
图 2. 湖州地区逐月大雾总次数分布(左)、湖州地区逐日大雾总次数分布图(右)

春季湖州大雾多生成于时 01~03 时和 05~06 时两个时段, 消亡于 05~08 时; 位于西南山区的安吉大雾发生时段与湖州类似, 消亡时间集中在 06~09 时, 比湖州略偏晚。夏季湖州站大雾明显减少, 德清相对多一些, 多发于 02~04 时, 消亡于 05~06 时; 秋季湖州大雾发生次数明显增加, 02~05 时最为集中, 大部分的大雾都在 06~08 时消亡; 冬季是湖州地区大雾多发季, 湖州 20 时、22 时及 00~06 时是大雾多发时段, 德清、长兴、安吉秋冬季大雾日变化与湖州类似, 绝大多数雾在 04~09 时消亡。

4. 湖州地区大雾的气候特征

为进一步探究大雾天气发生前以及发生时与各类气象要素之间的关系, 通过对 2013~2021 年全市出现的大雾过程进行筛选。筛选条件规定为全市若有 75% 及以上站点达到大雾标准, 则记为一次大雾个例, 最终选出 60 个大雾过程进行下一步分析。

大气环流分型是研究天气气候学和气候变化的重要内容之一, 大雾是在特定天气形势下发生, 受大范围气象条件影响。对于大雾的环流分型, 不少学者也做了相关研究。林建等[5]对我国大雾的环流形势进行了相关研究, 把我国大范围的大雾分为均压型和锋前型型。何小娟等[6]统计出钦州市大雾出现的环流形势主要为冷锋前的暖区型(高压前部低压倒槽型)、变性高压型(高压前部均压型)、静止锋型(高压底(后)部均压型)、低压前部均压型即西南低槽型。



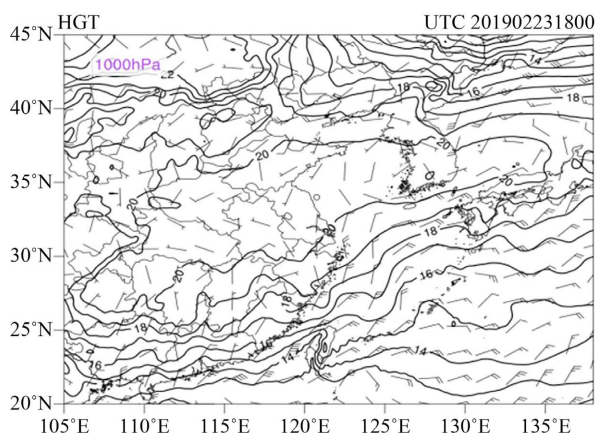


Figure 3. High pressure rear (upper left), uniform pressure field (upper right), and cold high pressure type (lower) 1000 hPa circulation field

图 3. 高压后部(左上)、均压场(右上)及冷高压型(下) 1000 hPa 环流场

通过对 2013~2021 年湖州地区大雾个例的 500 hPa、850 hPa 以及地面天气形势进行普查分析, 统计出湖州地区大雾出现的环流形势主要可以分为: 高压后部型、冷高压型、均压场或鞍型场型(图 3)。

(1) 高压后部型。高压后部性常常发生在地面高压东移入海, 强度明显减弱, 低层弱东南气流, 天气晴好, 在夜间晴空辐射效应下, 气温下降快, 使近地面空气达到饱和, 为雾形成提供了较好的水汽条件。

(2) 均压场或鞍型场型。此类大雾发生的天气形势较为常见, 湖州地区 63% 大雾过程发生在地面处于均压场或鞍型场的形势中。该类型天气形势较为简单, 地面气压场没有明显高低压中心。

(3) 冷高压型。冷高压型也是湖州大雾天气多发的环流形势之一, 出现概率仅次于均压场或鞍型场型, 主要类型为辐射雾。湖州在冷高压的控制下, 天气晴朗, 风力较弱, 夜间辐射降温明显, 特别如果前一日发生降雨, 低层相对湿度较大, 天气转晴后更易发生大雾。

5. 结论

(1) 湖州地区由于地形差异, 大雾日数有所不同。空间分布呈由南向北有所减少趋势。德清最多, 其次为安吉、湖州, 长兴最少; 能见度在 500~1000 米的雾发生次数最多, 小于 50 米的特强浓雾发生最少。

(2) 年变化来看, 除长兴外, 湖州各地年变化特征比较相似, 2013 年起大雾过程增多, 2014~2015 年维持在较高的水平, 而后出现明显波动, 2021 年明显减少; 长兴大雾逐年变化总体比较平稳, 2013 年起逐年递增, 2015~2020 年变化平稳, 2021 年有所减少。季节变化来看, 湖州地区有大雾多发生于冬季, 秋、春两季次之。除德清外, 其它三站均表现为冬季最多, 夏季最少, 春秋两季相当; 而德清夏季大雾发生次数仅次于冬季。月变化来看, 11 月至次年 2 月是大雾出现的主要时段, 7~9 月大雾出现相对较少。日变化来看, 湖州地区 1 d 内各时段均有可能出现雾, 大雾常发生于 00~05 时, 04 时发生大雾的次数最多, 08~19 时较少, 大部分雾多集中在 05~09 时消亡。

(3) 根据 500 hPa、850 hPa 以及地面天气图环流特征, 统计了湖州地区大雾环流形势主要可以分为: 高压后部型、均压场或鞍型场型和冷高压型。高压后部型常发生在地面高压东移入海, 强度明显减弱, 湖州低层为弱东南气流, 天气晴好, 在夜间晴空辐射效应下, 气温下降快, 使近地面空气达到饱和, 为雾形成提供了较好的水汽条件。均压场或鞍型场型是湖州地区大雾发生次数最多的形势, 当地面处于均压场或鞍型场型时, 气压梯度和风速小, 低层湿度较好的时候容易形成大雾。冷高压型也是湖州大雾天气多发的环流形势之一, 出现概率仅次于均压场或鞍型场型, 主要类型为辐射雾。湖州在冷高压的控制下, 天气晴朗, 风力较弱, 夜间辐射降温明显, 特别如果前一日发生降雨, 低层相对湿度较大, 天气转

晴后更易发生大雾。

参考文献

- [1] 王博妮, 徐芬, 田小毅, 等. 我国近年雾研究方法及其研究热点综述[J]. 气象科技, 2014, 42(1): 23-30.
- [2] 李子华. 中国近 40 年来雾的研究[J]. 气象学报, 2001, 59(5): 616-624.
- [3] 孙彧, 牛涛, 马振峰. 中国雾霾分布特点以及华北霾环流特征分析[C]//中国气象学会. 第 29 届中国气象学会年会论文集. 北京: 中国气象科学研究院, 2012: 1.
- [4] 滕卫平, 杜惠良, 钮学新, 等. 浙江省大雾的气候特征及其与气象要素的关系[C]//中国气象学会. 2011 年第二十八届中国气象学会年会论文集. 2012: 1-9.
- [5] 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.
- [6] 何小娟, 张雪波, 谢仁忠, 李斌喜. 钦州市大雾天气的气候特征及天气分型[J]. 安徽农业科学, 2012(31): 15359-15362.