

1958~2020年三穗雾气候特征及气象条件分析

谢佳豪^{1*}, 杨平², 杨再禹¹, 杨胜忠^{3#}

¹三穗县气象局, 贵州 三穗

²镇远县气象局, 贵州 镇远

³黔东南州气象局, 贵州 凯里

收稿日期: 2023年2月10日; 录用日期: 2023年3月8日; 发布日期: 2023年3月14日

摘要

雾对交通和人体健康有着重大的影响。本文利用1958~2020年三穗县气象资料, 运用统计方法重点研究了三穗县雾的时间变化特征及形成雾的气象要素物理变化特征。结果表明: 近63a三穗共出现3966次雾, 年均雾日数约63 d, 总体呈波动下降趋势, 在1984年和2012年发生多到少的突变。雾日数具有明显的季节特征, 主要集中在夏季和秋季。三穗形成的雾主要以浓雾为主, 每个月都有出现, 强浓雾主要集中在11月, 6~8月中没有出现过强浓雾。出现雾的气象条件为20时的相对湿度 > 70%、温度露点差 ≤ 5℃, 02时、08时的相对湿度 > 80%、温度露点差 ≤ 2, 地面风速 ≤ 2 m/s, 20时与02时的温差在1℃~6℃之间。

关键词

三穗, 雾, 气候特征, M-K突变, 气象要素

Analysis of Climatic Characteristics and Meteorological Conditions of Sansui Fog from 1958 to 2020

Jiahao Xie^{1*}, Ping Yang², Zaiyu Yang¹, Shengzhong Yang^{3#}

¹Sansui Meteorological Bureau, Sansui Guizhou

²Zhenyuan Meteorological Bureau, Zhenyuan Guizhou

³Qiandongnan Meteorological Bureau, Kaili Guizhou

Received: Feb. 10th, 2023; accepted: Mar. 8th, 2023; published: Mar. 14th, 2023

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 谢佳豪, 杨平, 杨再禹, 杨胜忠. 1958~2020年三穗雾气候特征及气象条件分析[J]. 气候变化研究快报, 2023, 12(2): 332-338. DOI: 10.12677/ccrl.2023.122034

Abstract

Fog has a significant impact on traffic and human health. This paper uses the meteorological data of Sansui County from 1958 to 2020, and using statistical methods to study the temporal variation characteristics of fog and the physical variation characteristics of meteorological elements forming fog in Sansui County. The results showed that there were 3966 fogs in Sansui in the past 63 years, with an average annual fog days of about 63 days. The overall trend was fluctuating and decreasing, with from more to less abrupt changes in 1984 and 2012. Sansui fog has obvious seasonal characteristics, mainly concentrated in summer and autumn. The fog formed in Sansui is mainly dense fog, which occurs every month, and the thick dense fog events with the visibility less than 200 meters but greater than 50 meters are mainly concentrated in November and did not occur in June to August. The meteorological conditions for fog are the relative humidity at 20:00 > 70%, the depression of the dew point difference $\leq 5^{\circ}\text{C}$, the relative humidity at 02:00 and 08:00 > 80%, the depression of the dew point difference $\leq 2^{\circ}\text{C}$, ground wind speed $\leq 2\text{ m/s}$, the temperature difference between 20:00 and 02:00 between 1°C and 6°C .

Keywords

Sansui, Fog, Climatic Characteristics, M-K Mutation, Meteorological Element

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

雾是一种大量微小水滴(冰晶)浮游空中,常呈乳白色,使水平能见度小于 1000 m 的天气现象[1]。随着经济的不断发展,雾对人们生产生活的影 响越来越大。雾是对人类交通活动影响最大的天气之一。高速公路的交通事故中,因浓雾影响视线而造成的交通事故约占总数的四分之一,不仅阻碍交通,更给国家和人民生命财产造成重大损失[2]。并且雾天会使污染物维持在人们容易接触的高度,难以扩散与下沉,长时间处于这种环境中,会对人体健康带来有害的影响。目前,已经有许多学者对雾进行了大量的研究。从我国整体雾的气候特征来看,分布呈现东南部多西北部少的特点,并且雾日有明显的季节变化,春、夏季雾的范围较小,秋、冬季雾的范围较大[3] [4]。单就贵州省雾的气候特征而言,多雾中心主要分布在东部、西部边缘及中部地势较高处,区域性辐射大雾多出现在贵州省中东部较低处及河流湖泊所经之处,但区域性静止锋雾呈西多东少的分布特征[5] [6] [7]。对于贵州常出现的辐射雾而言,莫火娇等[8]和刘书慧等[9]发现近地面逆温层、风力微弱、夜间少云、水汽分布上干下湿等条件是形成辐射雾的特征。

三穗位于云贵高原向湘西丘陵及广西盆地过渡的斜坡面上,东经 $108^{\circ}32'\sim 109^{\circ}04'$ 、北纬 $26^{\circ}47'\sim 27^{\circ}04'$ 之间,其交通区位优势突出,位于贵州铜仁市、凯里市和湖南怀化市三大区域性城市的地理中心,是由湘入黔的重要通道,县境内高速公路覆盖全境,交通运输往来频繁。而根据前人的研究,三穗属于贵州省大雾较多的地区[10],因此,对三穗大雾的气候特征进行研究分析,对交通运输安全、保障人民的健康和生命安全,提高人民生活质量具有较大的意义。

2. 资料与方法

本文选取 1958~2020 年三穗国家基准气候站 63a 的人工观测气象资料,包括雾、能见度、相对湿度、

温度露点差、风向风速等和 2017~2020 年前向散射式能见度仪监测资料。资料来源于三穗县气象局。雾的等级划分根据 GB/T27964-2011《雾的预报等级》[11]规定：大雾($500\text{ m} \leq V < 1000\text{ m}$)、浓雾($200\text{ m} \leq V < 500\text{ m}$)、强浓雾($50\text{ m} \leq V < 200\text{ m}$)和特强浓雾($V < 50\text{ m}$)。雾日统计以每日 20 时~次日 20 时地面观测记录为准，该时段内出现雾就计为一个雾日(天气现象代码为 42)。研究采用线性趋势法、M-K 突变检验[12]等统计分析 63a 三穗雾逐年、逐月时间序列变化分布特征，并对形成雾的主要气象要素特征进行分析，得到雾形成的阈值条件。

3. 时间序列变化特征

3.1. 年月分布特征

三穗 1958~2020 年总共出现 3966 次雾，年均雾日数约 63 d。从图 1(a)可以看出，1965 年出现雾的次数最多，达到 95 次，2015 年出现雾的次数最少，仅有 19 次。从总体趋势来看，三穗雾日呈波动下降趋势，趋势函数为 $y = -0.6142x + 1284.7$ ，平均每年下降 0.6142 d；从分段趋势来看，1958~1988 年雾日数呈下降趋势，1989~2004 年雾日数呈上升趋势，2005~2020 年雾日数呈下降趋势，特别是 2011 年后雾日数明显下降，通过 M-K 突变检验发现，见图 1(b)，雾日数在 1984 年和 2012 年发生多到少的突变，突变点分别为 1983 年和 2009 年，并通过信度为 0.01 的检验。

从图 1(c)可以看出，三穗雾日具有明显的季节变化。8 月份最多，平均雾日数达到 9.1 d，2 月份最少，仅有 2.8 d。从季节看，雾日主要集中在夏季、秋季；从月份来看，雾日主要集中在 7、8、9、10、11 月，占全年雾日的 55%。

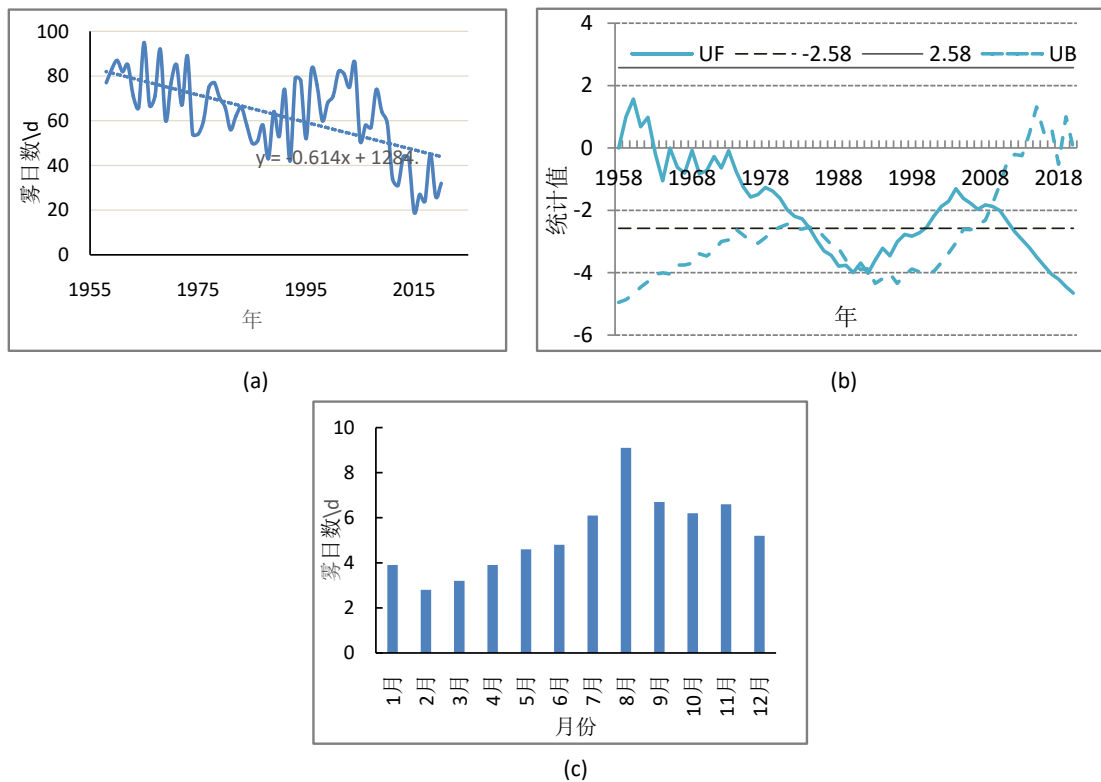


Figure 1. (a) Annual variation trend of fog days; (b) M-K mutation test of annual number of fog days; (c) The variations characteristics in monthly average number of fog days

图 1. (a) 年雾日数变化趋势；(b) 年雾日数 M-K 突变检验；(c) 月雾日数变化特征

3.2. 雾强度特征

因业务升级, 2017 年安装了前向散射式能见度仪, 对雾的监测更加精准, 利用 2017~2020 年的雾日进行分等级的研究得出, 2017~2020 年总共出现雾日 127 d, 其中浓雾最多 73 d, 强浓雾次之 30 d, 大雾 24 d, 4 年中未出现特强浓雾。从图 2 可以看出, 强浓雾主要集中在 11 月, 共出现 8 d, 4 月份次之, 出现 5 d, 6、7、8 三个月中都未出现过强浓雾。浓雾主要集中在 6 月、10 月, 4a 中都出现了 10 d, 4 月份次之为, 出现 9 d。

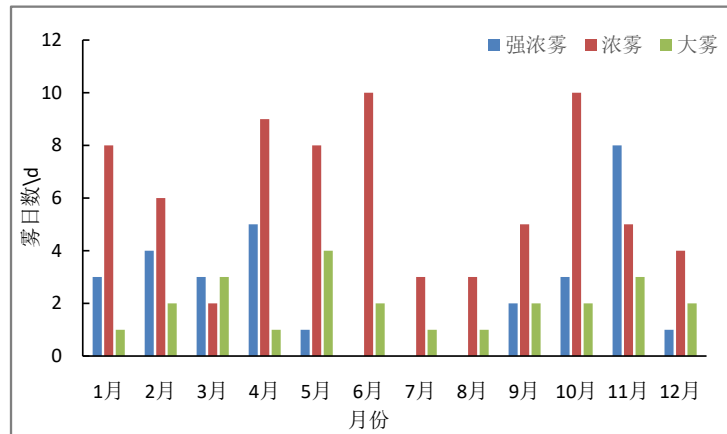


Figure 2. The variations characteristics in monthly average number of graded fog days from 2017 to 2020

图 2. 2017~2020 年分等级雾日数月际变化特征

从图 3(a)可以看出强浓雾的消散时间在 5:00~12:00 之间, 大部分在 9:00~11:00, 占总数的 70.0%; 浓雾的消散时间在 21:00~第二日 12:00 之间, 大部分集中在 8:00~10:00 之间, 占总数的 52.1%; 大雾的消散时间在 20:00~第二日 11:00 之间, 大部分集中在 6:00~8:00 之间, 占总数的 50.0%。强浓雾的消散时间比浓雾、大雾的消散时间晚; 大雾的消散时间最早, 维持时间较浓雾和强浓雾短。可以看出雾的等级越强, 消散时间越晚, 维持时间越长。

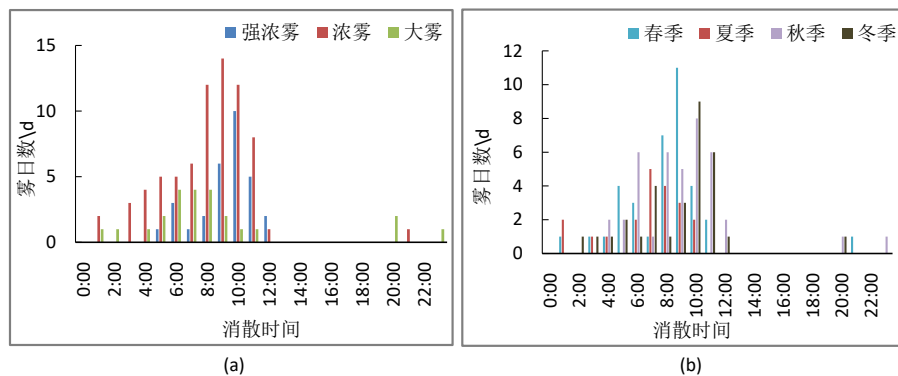


Figure 3. (a) Dispersion time distribution of graded fog and (b) seasonal fog from 2017 to 2020

图 3. 2017 年~2020 年(a) 分等级雾、(b) 分季节雾的消散时间分布

从图 3(b)可以看出春季雾的消散时间在 21:00~第二日 11:00 之间, 大部分在 8:00~10:00, 占总数的 61.1%; 夏季雾的消散时间在 1:00~10:00 之间, 大部分集中在 7:00~9:00, 占总数的 60.0%; 秋季雾的消

散时间在 20:00~第二日 12:00 之间,大部分集中在 8:00~11:00, 占总数的 62.5%; 冬季雾的消散时间在 20:00~第二日 12:00 之间,大部分集中在 10:00~11:00, 占总数的 48.4%。可以看出夏季雾的消散时间最早,均在 10:00 之前消散,这可能是由于夏季太阳出来后,温度迅速升高,利于水气的蒸发,湿度降低,且随着温度升高,饱和水气压增大,不利于雾的形成。

4. 形成雾的气象要素特征

4.1. 水汽条件

近地面的水汽条件充沛是形成雾的必要条件,当水汽接近或达到饱和时,温度只要稍有下降,就会使低空水汽凝结成雾。通过对相对湿度和露点温度差两个气象要素进行统计分析,从图 4 可以看出,20 时的相对湿度大部分达到 70% 以上,占比 93.6%,而 02 时、08 时的相对湿度全部都大于 80%,且相对湿度大于 95% 的占比分别达到 79.4%、88.1%,此时的水汽接近饱和。

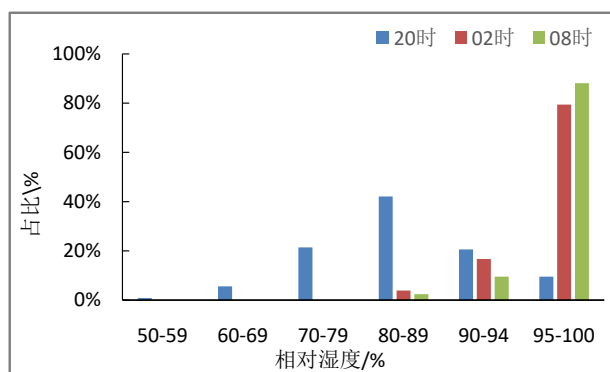


Figure 4. Relative humidity distribution at 20:00, 02:00 and 08:00
图 4. 20 时、02 时、08 时的相对湿度分布

从图 5(a)可以看出 08 时的温度露点差均 $\leq 3^{\circ}\text{C}$,大部分处于 $0^{\circ}\text{C}\sim 0.5^{\circ}\text{C}$ 区间内,达到 77%; 02 时的温度露点差均 $\leq 4^{\circ}\text{C}$,大部分处于 $0^{\circ}\text{C}\sim 0.5^{\circ}\text{C}$ 区间内,达到 52.4%; 08 时的温度露点差在 $0^{\circ}\text{C}\sim 8^{\circ}\text{C}$ 区间内均有分布。02 时、08 时的温度露点差 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ 累计占比为 97.6%、99.2%,20 时的温度露点差 $\leq 5^{\circ}\text{C}$ 累计占比为 90.5%。从图 5(b)可以看出,随着雾等级的增高,08 时的温度露点差在 $0^{\circ}\text{C}\sim 0.5^{\circ}\text{C}$ 区间内的占比也在增加,大雾、浓雾、强浓雾的占比分别为 52.2%、79.5%、90.0%。

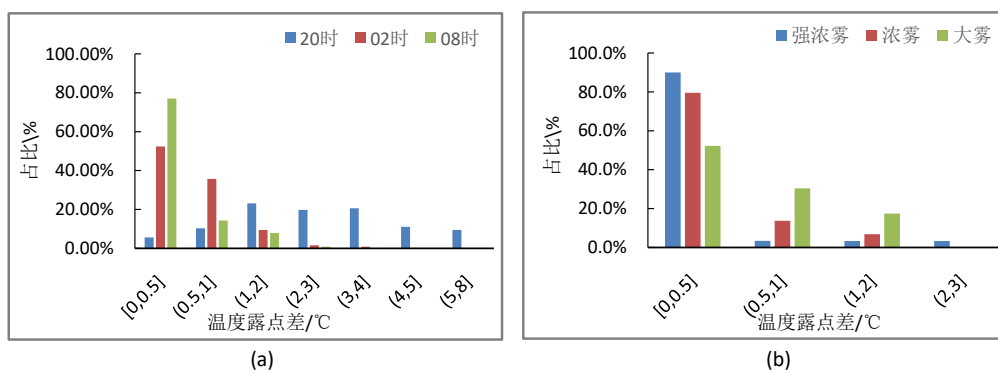


Figure 5. (a) Distribution of temperature dew point difference at 20:00, 02:00 and 08:00; (b) Temperature dew point difference distribution of grade fog at 08:00
图 5. (a) 20 时、02 时、08 时的温度露点差分布; (b) 08 时分等级雾的温度露点差分布

结果表明, 三穗出现雾的水汽条件特征为 20 时的相对湿度 $> 70\%$ 、温度露点差 $\leq 5^{\circ}\text{C}$, 02 时、08 时的相对湿度 $> 80\%$, 温度露点差 ≤ 2 , 且随着雾等级的增高, 所需要的水汽条件将接近或达到饱和状态。

4.2. 风速条件

微风或静风也是一个形成雾的有利条件, 风速过大会把雾直接吹散[9]。从图 6(a)可以看出, 三穗出现雾时, 20 时、02 时、08 时的风速大部分处于 $0\sim 1\text{ m/s}$ 区间内, 占比分别为 69.1%、81.7%、79.4%, 且处于 $v \leq 2\text{ m/s}$ 的累计占比为 95.3%、96.8%、98.4%。从图 6(b)可以看出, 当雾等级越高时, 其风速在 $0\sim 0.5\text{ m/s}$ 区间内的占比也在增高, 大雾、浓雾、强浓雾的占比分别为 26.1%、46.6%、56.7%。

则三穗出现雾的风速条件特征为 $v \leq 2\text{ m/s}$, 且雾等级越高, 风速越小。

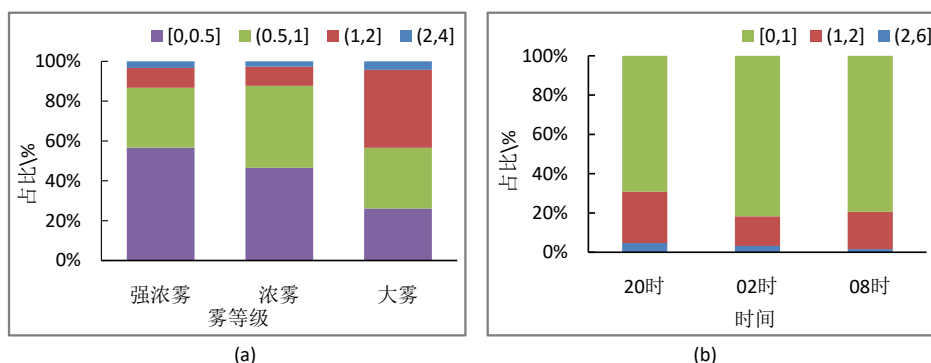


Figure 6. (a) Ground wind speed distribution at 20:00, 02:00 and 08:00; (b) Ground wind speed distribution of grade fog at 02:00

图 6. (a) 20 时、02 时、08 时的地面风速分布; (b) 02 时分等级雾的地面风速分布

4.3. 气温条件

饱和水汽压的大小与温度有着直接的关系, 当温度升高时, 饱和水汽压也显著增大。因此当温度高时, 饱和水汽压大, 空气中可以容纳的水汽含量也增多, 这意味着不利于水汽凝结。从图 7 可以看出, 20 时与 02 时的温差主要分布在 $1^{\circ}\text{C}\sim 6^{\circ}\text{C}$ 区间内, 占比达到 84.8%, 降温幅度 $6^{\circ}\text{C}\sim 8^{\circ}\text{C}$ 占比较小, 仅有 6.4%, 这表明降温幅度 $1^{\circ}\text{C}\sim 6^{\circ}\text{C}$ 最有利于雾的发生。

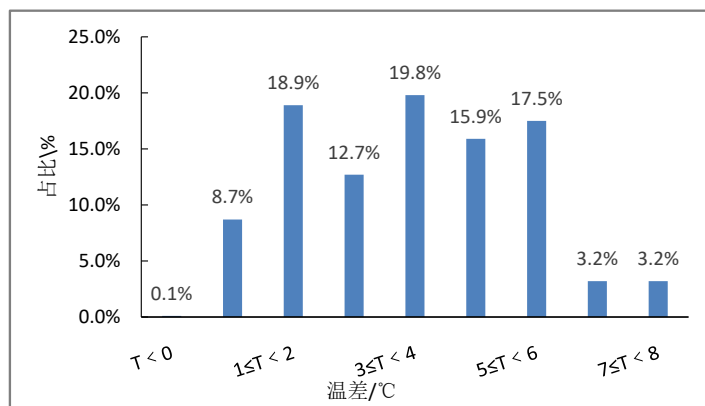


Figure 7. Temperature difference distribution between 20:00 and 02:00

图 7. 20 时与 02 时的温差分布

而对于不同等级的雾, 占比最多的温差分布也有所不同, 强浓雾主要的温差分布在 $4^{\circ}\text{C}\sim 6^{\circ}\text{C}$ 之间, 浓雾主要的温差分布在 $1^{\circ}\text{C}\sim 6^{\circ}\text{C}$ 之间, 大雾主要的温差分布在 $0^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$ 之间, 这表明了雾的等级越高, 降温幅度也越大。

5. 结论

本文通过对 1958~2020 年近 63a 三穗雾的时间分布和 2017~2020 年形成雾的气象要素特征进行分析, 得出如下结论:

1) 1958~2020 年三穗总共出现 3966 次雾, 年均雾日数约 63 d, 总体呈波动下降趋势, 年雾日数在 1984 年和 2012 年发生多到少的突变, 突变点分别为 1983 年和 2009 年; 雾日数具有明显的季节分布特征, 主要集中在夏季和秋季, 出现次数最多的月份是 8 月, 年均雾日达到 9.1 d。

2) 三穗形成的雾主要以浓雾为主, 每个月都有出现, 强浓雾主要集中在 11 月, 且 6、7、8 三个月中没有出现过强浓雾, 特强浓雾出现较少, 近 4a 中没有出现。

3) 雾的等级越高, 消散时间越晚, 维持时间越长; 夏季出现的雾比春、秋、冬季出现的雾消散时间早。

4) 三穗出现雾的水汽条件特征为 20 时的相对湿度 $> 70\%$ 、温度露点差 ≤ 5 , 02 时、08 时的相对湿度 $> 80\%$, 温度露点差 $\leq 2^{\circ}\text{C}$, 风速条件特征为 $v \leq 2\text{ m/s}$, 20 时与 02 时的温差在 $1^{\circ}\text{C}\sim 6^{\circ}\text{C}$ 区间对于三穗出现雾最有利。且雾等级越高, 所需的水汽条件、风速条件、降温幅度也越高。

参考文献

- [1] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京: 气象出版社, 2007: 6-7.
- [2] 田捷. 大雾天气对高速公路交通的影响及对策[J]. 中国交通信息化, 2011(2): 29-30.
- [3] 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(2): 220-230+271.
- [4] 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, 52(2): 171-181.
- [5] 罗喜平, 杨静, 周成霞. 贵州省雾的气候特征研究[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2008, 229(5): 765-772.
- [6] 罗喜平, 周明飞, 汪超, 毛显后. 贵州区域性辐射大雾特征与形成条件[J]. 气象科技, 2012, 40(5): 799-806.
- [7] 杨静, 吴哲红, 汪超, 等. 云贵准静止锋雾的中尺度环境场分析及短期预报着眼点[J]. 中低纬山地气象, 2018, 42(3): 1-10.
- [8] 莫火娇, 林颖仪, 李蕾, 等. 广宁一次典型辐射雾特征分析[J]. 广东气象, 2020, 42(6): 20-24.
- [9] 刘书慧, 李梦, 刘原江. 南充市雾的特征分析及辐射雾预警技术方法[J]. 中低纬山地气象, 2019, 43(3): 62-66.
- [10] 胡跃文, 秦杰, 苏静文, 等. 2016-2017 年贵州大雾时空分布及气象要素演变分析[J]. 气象, 2019, 45(5): 659-666.
- [11] 中国气象局. 雾的预报等级: GB/T 27964-2011 [S]. 北京: 中国标准出版社, 2011.
- [12] 杨向权, 肖静. 基于 Mann-Kendall 的海南岛降水变化趋势及突变分析[J]. 中国防汛抗旱, 2020(2): 27-30.