

河北承德金山岭云海时间、天气特征及与气象要素关系分析

张晓辉, 孟旭芹, 王朋朋, 谭国明*

承德市气象局 河北承德

【摘要】采用经验分布、四分位等统计分析方法, 分析了 2019-2021 年承德金山岭云海时间变化、天气形势特征及其与气温、相对湿度、气压、风向风速、降水等气象要素的关系。结果表明: 金山岭云海年平均出现 13.7 次, 云海次数呈逐年增加的趋势, 夏季最多, 冬季最少, 一日中云海主要出现在早晨。金山岭云海出现前 500hPa 高空形势场可以分为为高空槽型、低涡型、偏西气流型。金山岭云海适宜的气象条件为: 平均气温 14.8~22.8℃, 最高气温 20.8~30.4℃, 最低气温 7.6~18.5℃, 平均相对湿度 73.0~81.0%, 最小相对湿度 22.5~48.5%, 平均气压 966.1~975.9hPa, 最高气压 968.1~978.8hPa, 最低气压 963.8~973.7hPa, 平均风速 0.8~1.2m/s, 最大风速 2.2~3.4m/s, 极大风速 4.2~7.4m/s, 风向 S 和 SSW; 对比无云海时气象要素, 有云海时气温更高, 相对湿度更大, 气压更低, 风速更小, 且云海出现的前一日或当日金山岭地区一般会有降水产生。

【关键词】云海; 时间变化; 天气分型; 气象要素

【基金项目】中国气象局公共服务开放基金项目 (M2022008)、承德市科技局项目 (202201A104)

【收稿日期】2023 年 3 月 14 日 **【出刊日期】**2023 年 3 月 15 日 **【DOI】**10.12208/j.jesr.20230002

Analysis on time, weather characteristics and the relationship with meteorological elements of the Jinshanling cloud sea in Chengde county of hebei province

Xiaohui Zhang, Xuqin Meng, Pengpeng Wang, Guoming Tan*

Chengde Meteorological Bureau, Chengde, Hebei

【Abstract】By using statistical analysis methods such as empirical frequency distribution and quartile method, the temporal distribution and weather situation characteristics of Jinsahnling cloud sea from 2019 to 2021 are analyzed, and suitable meteorological conditions like temperature, humidity, wind and precipitation are studied. The results show that: The average number of cloud sea is 13.7 frequencies per year. The number of cloud deck event is increasing. The 500 hPa high altitude situation field before the occurrence of the cloud sea can be divided into three types: high trough type, low vortex type, and westerly flow type. The suitable meteorological conditions for cloud sea are daily mean temperature is between 14.8 and 22.8 degree, daily mean humidity is between 73.0 and 81.0%, daily mean pressure is between 966.1 and 975.9 hPa, daily 2 m wind speed is between 0.8 and 1.2 m/s. Compared with no cloud sea days, the temperature factor is higher, the relative humidity condition is better, and the pressure is lower, the wind speed is smaller. On the very day or the day before the appearance of the cloud sea, it always tends to rain.

【Keywords】Cloud sea; Time variation; Weather classification; Meteorological conditions

金山岭位于河北省承德市滦平县境内, 海拔 700 米, 内有国家 5A 级旅游景区金山岭长城, 是万里长城的精华地段, 素有“万里长城, 金山独秀”之美

誉。凭借得天独厚的旅游资源, 金山岭旅游在近几年得到了长足的发展, 河北省文化和旅游发展“十四五”规划将金山岭海长城纳入长城文化和旅游带, 在

作者简介: 张晓辉 (1987-), 学士, 工程师

*通讯作者: 谭国明 (1979-), 学士, 高级工程师

开发长城文化旅游的同时,借助当地独特的地理气候背景,发展特色天气景观旅游,即能满足十四五的发展目标,又能够带动当地旅游业更加全面的发展,而金山岭云海就是金山岭长城内独特的天气景观,有时低云沉罩,它有时云雾缭绕,有时波涛汹涌,能给游客带来极致的感官享受。

目前国内外诸多学者均已开展了针对云海的相关研究,霍寿喜^[1]研究发现云海出现受气候影响较大,存在明显的季节性和地域性特征;付炳秀等^[2]在分析丹霞山云海时间特征及其与气象要素关系时发现,丹霞山云海日数年变化成上升趋势,主要出现在冬春季,云海出现主要受降水、高湿、小风、气温日较差高于 0°C 等气象条件的影响;林涛等^[3]分析6—10月长白山云海天气形势,将其分为低涡型和高空槽型;吴有训等^[4]分析发现云海日数与温度、湿度、降水和风向有相关关系;单权等^[5]分析雁荡山云海与气象因子关系时发现,云海与相对湿度呈较明显的正相关;肖雯等^[6]通过分析庐山云海与气象要素的关系,得到有云海时气温要素较无云海时整体偏高,相对湿度条件更好;丁圣等^[7]分析云南哈尼云海时发现,高海拔、弱风、高湿等条件的地区适宜云海景观出现;曹慧萍等^[8]和乔舒婷等^[9]研究发现前一天或当天有降水,出现云海的概率极大。这些研究主要是针对我国南方地区的云海景观的分析,目前针对北方地区云海特征及其与气象要素关系研究相对较少,本文利用2019-2021年河北省承德市金山岭地区41次云海资料、NCEP/NCAR再分析资料及气象要素资料,分析金山岭云海时间变化、天气形势特征及其与气象要素之间的关系,以期云海气象服务工作和开发挖掘金山岭旅游气候资源提供依据。

1 资料及方法

1.1 数据资料

由于金山岭无云海的相关观测设备,本文只能利用金山岭景区管理委员会提供的云海照片开展相关研究,在云海照片资料中,一日内(00-24h)任一时次出现云海则记为一次云海天气过程,本文共收集2019-2021年41次金山岭云海天气过程。

同期的逐日气象数据来自河北省气象信息共享平台,包括气温、降水、气压、相对湿度、气压、风向风速、气温日较差及24小时变温等。云海发生

前最近时次500hPa高空形势场资料来自NCEP/NCAR再分析500hPa高度场资料。

1.2 研究方法

筛选云海天气过程当日气象要素建立数据集,对数据集内的各气象要素采用经验频率分布^[10]方法进行统计分析,得到各要素相应频率分布直方图;利用四分位法,确定出现云海适宜的气象条件,即各气象要素选取上下四分位数之间的区间的值作为云海适宜的气象条件。经验频率分布法、四分位法分析均在SPSS.19软件上完成。

2 金山岭云海时间变化特征分析

2.1 金山岭云海年季变化特征

图1是2019-2021年金山岭云海出现次数年季分布,可以看出,金山岭云海出现次数年变化明显,2019—2021年期间,金山岭云海共出现41次,平均年次数为13.7次,2021年出现最多23次,金山岭云海呈现逐年增加的变化趋势。2019-2021年金山岭云海夏季出现最多,共出现21次,秋季次之,共出现14次,冬季最少,仅出现11次,这是由于金山岭夏季受西南气流影响,水汽条件充沛,金山岭海拔较高易产生对流天气,对云海形成提供了有利条件;冬季金山岭受冬季风影响,主要受偏北气流控制,空气中湿度较小,地面则受大陆高压控制,有下沉气流,气象条件不利于云海形成。

2.2 金山岭云海月变化特征

图2是2019-2021年金山岭云海出现次数月分布,可以看出,2019-2021年金山岭云海7月份出现最多为12次,8月份次之为8次,7-12月云海次数呈现逐月递减的趋势,2019-2021年1-6月金山岭云海仅出现6次,其中1、2、4月未出现云海,这主要是由于冬春季金山岭地区寒冷干燥、风力较大,不利于云海的形成。

2.3 金山岭云海日变化特征

图3是2019-2021年金山岭云海出现次数日变化,可以看出,2019-2021年金山岭云海一日中在4-10时、14时、19时及21时均有出现,主要出现在5-7时,共出现30次,其中5时出现最多为14次,6、7时出现相对较多,分别出现9、7次,其余时次出现1-3次。金山岭云海主要出现在早晨,这是由于云海出现前一日一般会产生降水,导致云海出现当日早晨相对湿度较大,加之早晨气温开始

回升, 易产生云海; 午后及入夜前后也有云海出现, 且均在夏季, 这可能是因为夏季午后及傍晚前后, 金山岭出现强对流天气, 导致相对湿度增加, 降水导致气温骤降, 有利于云海的形成。

3 金山岭云海高空形势场分析

利用 NCEP/NCAR 再分析资料, 分析 2019-2021 年 41 次云海过程 500hPa 高空形势场。分析发现, 金山岭云海出现前 500hPa 高空形势场主要有高空槽型、冷涡型、偏西气流型, 高空槽型出现次数占 46.3%, 低涡型次之占 36.6%, 偏西气流型出现最少。高空槽型包括高空槽前型和高空槽后型, 其中高空槽前型出现次占高空槽型的 78.9%; 低涡型包括低涡底部型和低涡顶部型, 其中冷涡底部型占冷涡型总次数的 80%。

3.1 高空槽型

高空槽型是影响金山岭云海发生的最主要高空形势场, 金山岭云海出现的月份中, 高空槽型也均有出现, 以槽前型为主, 槽后型出现次数较少。分析发现, 槽前型均呈现一显著特点: 贝加尔湖附近有一高压脊, 高空槽位于内蒙古中东部到河北北部一带, 金山岭地区受西南气流影响 (图 4a), 来自西南的暖湿气流与北部的冷空气, 为金山岭云海的产生提供了必要的水汽和动力条件; 槽后型的显著特点是: 贝加尔湖西部存在一高压脊, 朝鲜到我国山东省一带有一深厚的低压槽, 在黑龙江附近有一低涡, 金山岭位于低压槽后部 (图 4b)。

3.2 低涡型

金山岭云海发生的高空形势场中, 低涡型也重要的高空形势之一, 这主要是由于低涡带来的阵性降水与金山岭地形的共同影响, 为云海的发生提

供了重要条件。

受低涡影响的云海, 主要集中在 6-8 月, 以低涡底部型为主, 低涡顶部型仅出现 3 次。图 5 是低涡型 500hPa 高空形势场, 可以看出, 低涡前部型特点: 亚洲中高纬为两脊一槽, 低压槽顶部有一低涡, 低涡中心位于 110° ~120° E、45° ~55° N 附近, 蒙古东部地区受低涡控制, 金山岭位于低涡底部的宽槽中, 受低涡旋转影响, 冷空气随低压槽南下, 冷暖空气在金山岭地区交汇, 为金山岭云海创造了条件 (图 5a)。低涡顶部型的特点为: 低涡位于 120° ~125° E、35° ~45° N 附近, 低涡控制山东半岛及渤海湾一带, 金山岭地区处于低涡顶部, 受东南气流影响, 随着低涡旋转, 为金山岭云海的形成提供水汽条件和冷空气 (图 5b)。

3.3 偏西气流型

偏西气流型在影响金山岭云海发生的高空形势场中出现次数较少, 仅占总次数的 17.1%, 主要出现在春秋两季, 分析发现, 偏西气流型呈现两种不同的特点, 其中之一为贝加尔湖附近受低压系统控制, 新疆到内蒙古东南部一带受偏西气流影响, 蒙古国东部有一低涡, 金山岭地区位于偏西气流中 (图 6a)。

另一个特点是, 亚洲中高纬为两脊一槽的形势, 两脊分别位于巴尔克什湖和鄂霍茨克海附近, 低压槽位于贝加尔湖以东, 金山岭地区处于低压槽底部的偏西气流中 (图 6b), 偏西气流为金山岭云海的产生提供了稳定的环流背景场, 随着低涡或低槽运动, 小股冷空气随之南下, 使偏西气流出现扰动。这种扰动在偏西气流中出现弱的短波槽, 从而为云海的产生提供了必要的动力条件和冷空气。

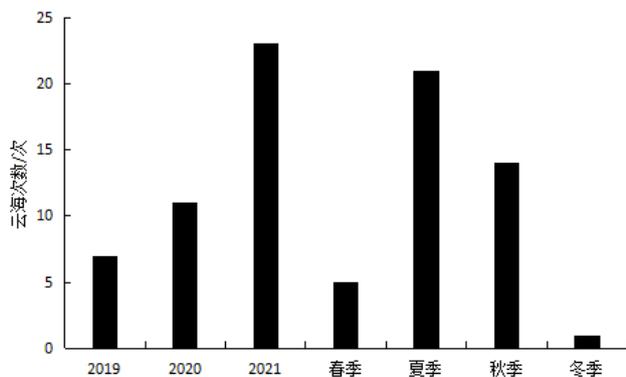


图 1 2019-2021 年金山岭云海出现次数年季分布

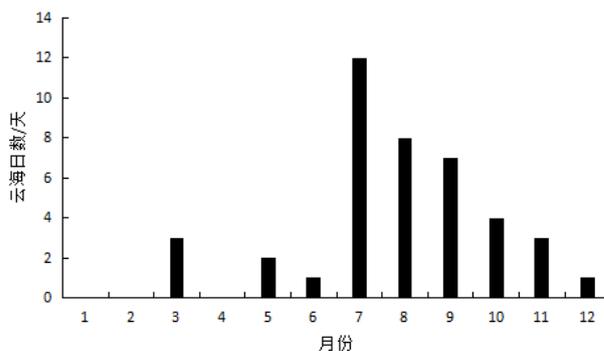


图 2 2019-2021 年金山岭云海出现次数月分布

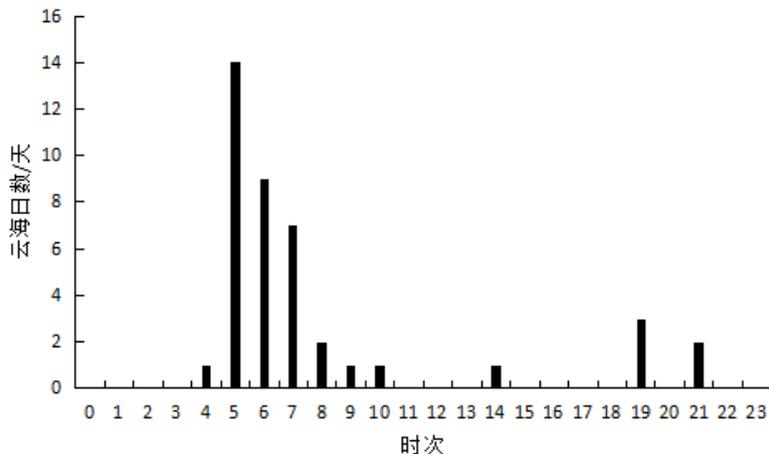


图 3 2019-2021 年金山岭云海出现次数日变化

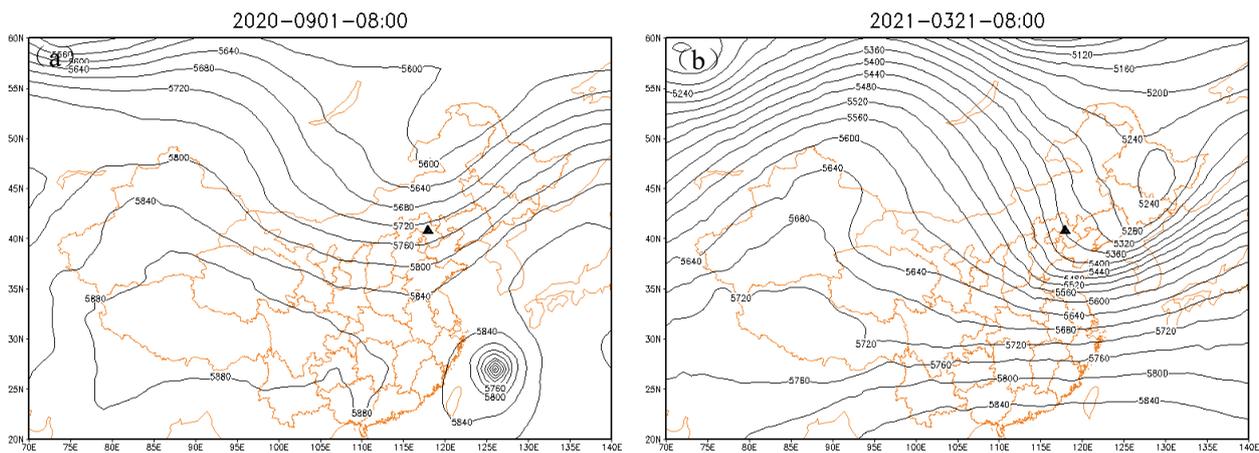


图 4 金山岭云海发生前 500hPa 高度场之高空槽型 (a.槽前型, b.槽后型)

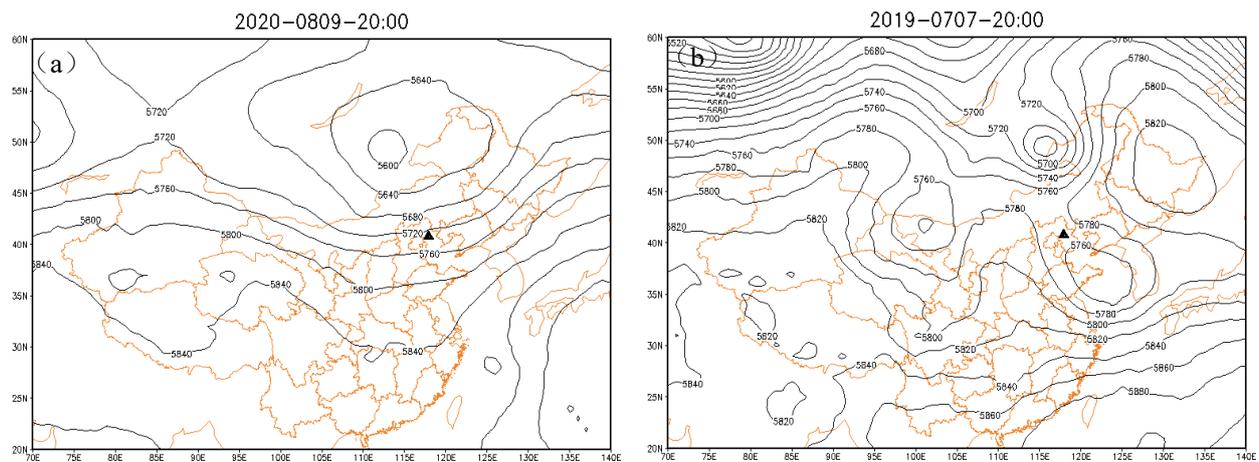


图 5 金山岭云海发生前 500hPa 高度场之低涡型 (a.低涡前部型, b.低涡后部型)

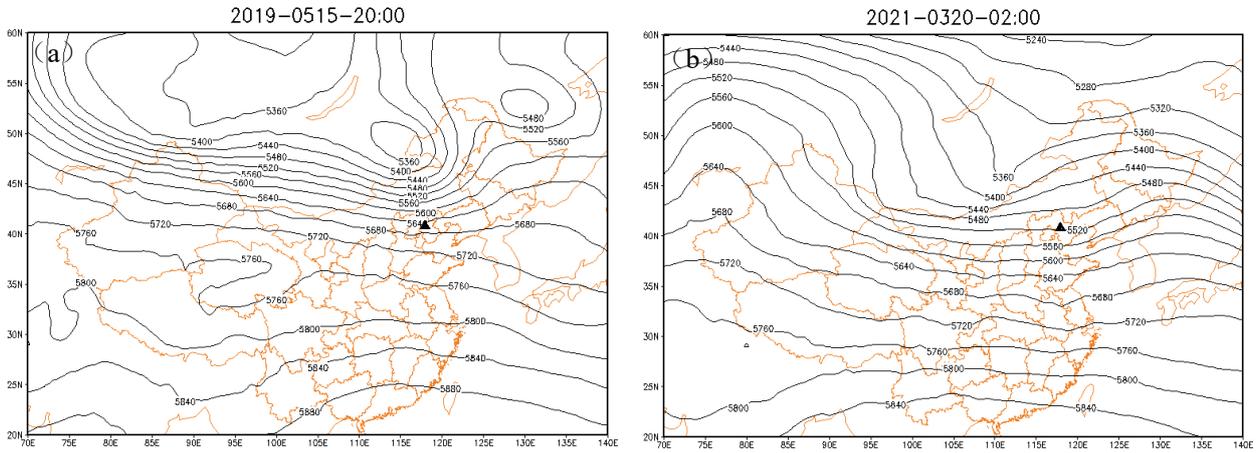


图 6 金山岭云海发生前 500hPa 高度场之偏西气流型

4 金山岭云海与气象要素关系分析

4.1 金山岭云海适宜的气象条件特征

所谓的金山岭云海适宜的气象条件,是指将发生云海前后的各气象要素建立数据集,选取数据集中各气象要素上下四分位数之间的区间作为云海适宜的气象要素特征,是由观测资料统计得到的结果,并不是指生成云海的气象要素特征^[11]。本文利用金山岭气温、相对湿度、气压、风速等气象要素,结合四分位法,绘制各要素的箱线图,得到金山岭云海适宜的各气象要素的取值区间,依此来确定金山岭云海适宜的气象条件。

(1) 气温条件

图 7 是金山岭云海日气温条件的箱线图,由图可知,云海日平均气温均值为 18.0℃,最大值为 27.2℃,最小值 0.3℃,中位数为 20.6℃,下四分位数为 14.8℃;最高气温均值为 26.2℃,最大值为 34.8℃,最小值 5.4℃,中位数为 28.3℃,下四分位数为 30.4℃,上四分位数为 20.8℃;最低气温均值为 13.0℃,最大值为 22.5℃,最小值 -2.9℃,中位数为 15.2℃,下四分位数为 18.5℃,上四分位数为 7.6℃。

(2) 湿度条件

图 8 是金山岭云海日湿度条件的箱线图,可以看出,云海日平均相对湿度均值为 75.6%,最大值为 90.0%,最小值 53.0%,中位数为 78.0%,下四分位数为 81.0%,上四分位数为 73.0%;最小相对湿度均值为 38.4%,最大值为 81.0%,最小值 12.0%,中位数为 38.0%,下四分位数为 48.5%,上四分位数为

22.5%。

(3) 气压条件

图 9 是金山岭云海日气压条件的箱线图,可以看出,云海日平均气压均值为 971.0hPa,最大值为 982.1hPa,最小值 958.0hPa,中位数为 969.9hPa,下四分位数为 975.9hPa,上四分位数为 966.1hPa;最高气压均值为 972.8hPa,最大值为 984.5hPa,最小值 959.2hPa,中位数为 971.9hPa,下四分位数为 978.8hPa,上四分位数为 968.1hPa;最低气压均值为 968.8hPa,最大值为 980.2hPa,最小值 956.2hPa,中位数为 967.4hPa,下四分位数为 973.7hPa,上四分位数为 963.8hPa。

(4) 风速风向条件

图 10 是金山岭云海日风速条件的箱线图,可以看出,云海日平均风速均值为 1.0m/s,最大值为 1.8m/s,最小值 0.4m/s,中位数为 0.9m/s,下四分位数为 1.2m/s,上四分位数为 0.8m/s;最大风速均值为 2.9m/s,最大值为 5.1m/s,最小值 1.5m/s,中位数为 2.6m/s,下四分位数为 3.4m/s,上四分位数为 2.2m/s;极大风速均值为 6.1m/s,最大值为 12.9m/s,最小值 2.5m/s,中位数为 5.3m/s,下四分位数为 7.4m/s,上四分位数为 4.2m/s。

图 11 是云海日平均 2min 风向频率玫瑰图,可以看出,云海日的主要风向为 S 和 SSW,出现频率分别为 22.1%、17.4%,其次为 NNE 和 SSE,出现频率分别为 13.8%、12.8%,其他风向出现频率较小。

(5) 降水条件

复杂多变的地形为云海的出现的提供了基本条

件^[8], 降水为云海的提供充足的水汽条件, 是云海出现的一个较好指征^[2,5]。表 1 是 2019-2021 年金山岭云海出现前一日及当日产生降水的几率, 分析发现, 云海出现前一日会产生降水占 68.3%, 当日有降水出现的几率为 58.5%, 云海出现前一日或当日产生降水的几率为 80.5%。出现云海的各月中, 云海出现前一日或当日中至少有一天产生降水的几率, 除 10、11 月外, 其余各月都在 85%以上, 可见云海出现前一日或当日会有降水产生, 这可以作为金山岭云海预报一个重要的参考指标。

4.2 金山岭有无云海气象条件对比

表 2 是金山岭云海有无云海气象条件的对比情况, 可以发现, 有云海时平均气温的均值、上下四分

位数和中位数均高于无云海时 3~14℃, 相对湿度的均值、上下四分位数和中位数均高于无云海时 7~23%, 平均气压的均值、上下四分位数和中位数均低于无云海时 3~7hPa, 平均风速的均值、上下四分位数和中位数均低于无云海时 0.1m/s, 这说明有云海较较无云海时的气温、湿度条件明显偏高, 而气压、风速条件偏低。

5 结论

利用 2019-2021 年金山岭 41 次云海天气过程及对应的 NCEP/NCAR 再分析资料、气象要素资料, 分析了金山岭云海变化、高空形势场特征及其与气温、相对湿度、气压、风向风速、降水等气象要素的关系, 得到结论如下:

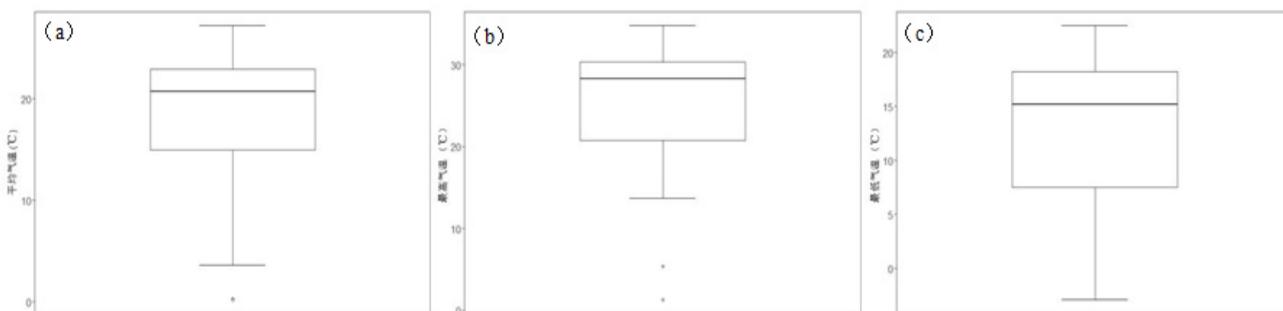


图 7 云海日平均温度(a)、最高气温(b)和最低气温(c)箱线图

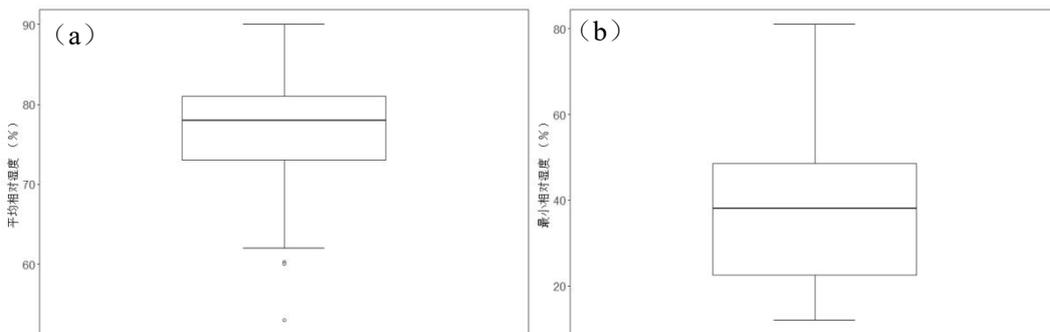


图 8 云海日平均相对湿度(a)和最小相对湿度(b)箱线图

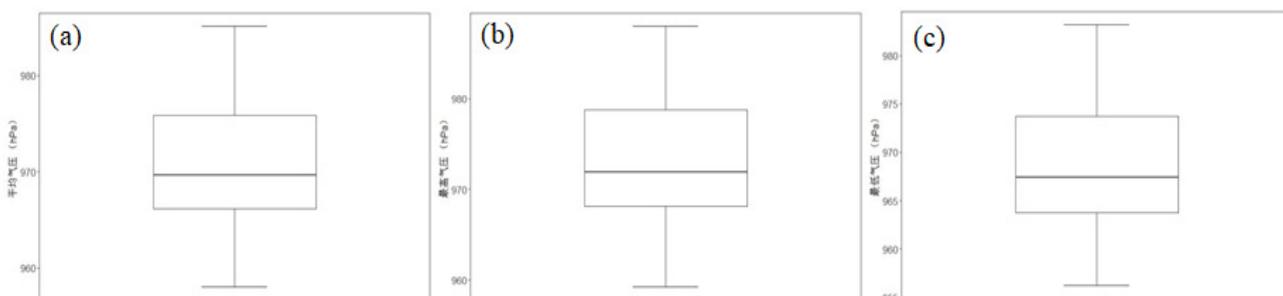


图 9 云海日平均气压(a)、最高气压(b)和最低气压(c)箱线图

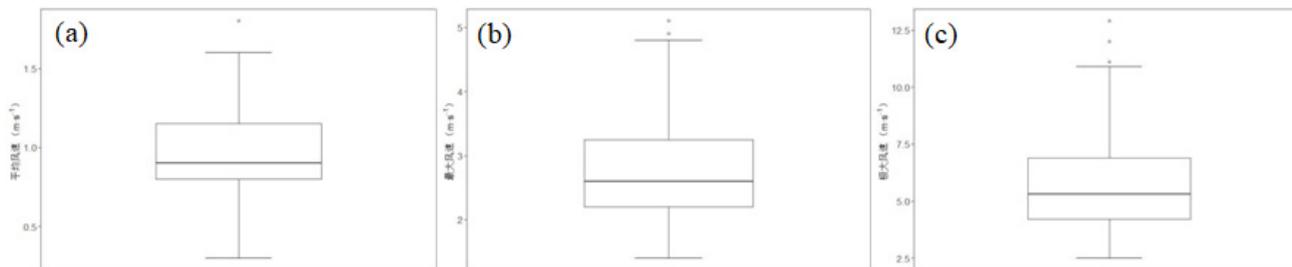


图 10 云海日平均风速(a)、最大风速(b)和极大风速(c)箱线图

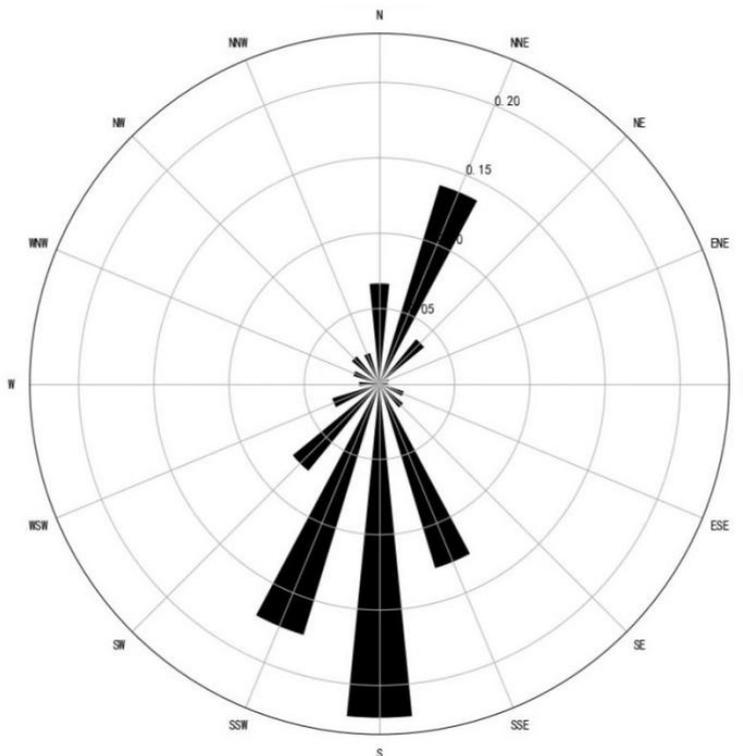


图 11 云海日风向玫瑰图

表 1 2019-2021 年金山岭云海出现前一日及当日有降水几率

月份(出现次数)	前一日降水几率 (%)	当日降水几率 (%)	前一日或当日降水几率 (%)
3 (3 次)	100.0%	33.3%	100.0%
5 (2 次)	100.0%	100.0%	100.0%
6 (1 次)	100.0%	100.0%	100.0%
7 (12 次)	83.3%	75.0%	100.0%
8 (8 次)	62.5%	62.5%	87.5%
9 (7 次)	85.7%	71.4%	85.7%
10 (4 次)	25.0%	0.0%	25.0%
11 (3 次)	0.0%	0.0%	0.0%
12 (1 次)	0.0%	100.0%	100.0%
年平均	68.3%	58.5%	80.5%

表 2 2019-2021 年金山岭有无云海气象条件对比

要素	状态	均值	最小值	下四分位数	中值	上四分位数	最大值
平均气温/°C	有云海	18.0	0.3	14.8	20.6	22.8	27.2
	无云海	2.8	-30.0	-6.4	4.0	13.5	23.1
相对湿度/%	有云海	75.6	53.0	73.0	78.0	81.0	90.0
	无云海	61.5	15.0	50.0	65.0	74.0	92.0
平均气压/hPa	有云海	971.0	958.0	966.1	969.9	975.9	982.1
	无云海	976.1	958.2	968.4	975.4	983.1	1001.8
平均风速/(m·s ⁻¹)	有云海	1.0	0.4	0.8	0.9	1.2	1.8
	无云海	1.1	0.3	0.8	1.0	1.3	4.1

(1) 金山岭云海年均次数为 13.7 次, 整体呈现逐年增加的变化趋势, 夏季出现频次最多, 冬季最少; 各月中, 7 月出现最多, 1、2、4 月未出现云海, 7-12 月云海次数呈逐月递减的趋势; 一日中, 云海在 5 时出现最多, 6 时次之, 夜间及下午出现频次较低。

(2) 影响金山岭云海的高空形势场主要有高空槽型、冷涡型、偏西气流型, 高空槽型出现最多, 低涡型次之, 偏西气流型出现最少; 高空槽型分为槽前型和槽后型, 以槽前型为主, 金山岭地区受西南气流影响; 低涡型分为涡底型和涡顶型, 金山岭地区受低涡旋转影响; 偏西气流型是指金山岭地区处于平直的西风气流中, 受低压槽或低涡的扰动影响。

(3) 金山岭云海适宜的气象条件为: 平均气温 14.8~22.8°C, 最高气温 20.8~30.4°C, 最低气温 7.6~18.5°C, 平均相对湿度 73.0~81.0%, 最小相对湿度 22.5~48.5%, 平均气压 966.1~975.9hPa, 最高气压 968.1~978.8hPa, 最低气压 963.8~973.7hPa, 平均风速 0.8~1.2m/s, 最大风速 2.2~3.4m/s, 极大风速 4.2~7.4m/s, 风向 S 和 SSW; 有云海时较无云海时气温偏高 3~14°C, 相对湿度偏大 7~23%, 气压偏低 3~7hPa, 风速偏小 0.1m/s; 云海前一日或当日产生降水的几率为 80.5%, 可将降水做为金山岭云海预报一个重要的参考指标。

参考文献

[1] 霍寿喜.高山何以多云海[J].湖北气象,1999,(2):46.
 [2] 付炳秀,赖燕冰,王文星.丹霞山云海气象特征分析及其

预报初探[J].农业与技术,2019,39(15):137-140.
 [3] 林涛,杨茹,陈雷,等.长白山云海天气形势分析——以 6—10 月为例[J].农业与技术,2017,37(5):141-142,147.
 [4] 吴有训,杨保桂,王克强,等.黄山云海的天气气候分析[J].气象科学,2005,25(1): 97-104.
 [5] 单权,冯国标,梁晓妮.雁荡山云海的时空变化特征及其与气象因子的关系[J].浙江气象,2014,35(2):34-37.
 [6] 肖雯,刘春,汪如良,等.2005—2015 年庐山云海时间变化特征及气象条件分析[J].气象科学,2020,40(6):859-867.
 [7] 丁圣,段玮,朱勇,等.基于多种模型的云南元江哈尼云海景观预报研究[J].气象与环境学报,2020,36(3):106-112.
 [8] 曹慧萍,达勇,乔舒婷,等.华山云海的变化特征以及与气象要素的关系[J].气象科学,2019,39(5):698-703.
 [9] 乔舒婷,达勇,曹慧萍.华山云海的时间变化及其气象条件分析[J].陕西气象,2016,(6):27-30.
 [10] 贾俊平,何晓群,金勇进.统计学 6 版[C].北京:中国人民大学出版社,2015.
 [11] 顾光芹,田国强,梁秀慧,等.河北省雾凇和雨凇气候特征及气象条件分析[J].气象,2012,38(5):561-568.

版权声明: ©2023 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。
<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

