第25卷 第1期 气 象 科 学 Vol. 25, No. 1
2005年2月 SCIENTIA METEOROLOGICA SINICA Feb., 2005

黄山云海的天气气候分析

吴有训 杨保桂 王克强 华荣贵 徐 巍
(安徽省宣城市气象局,宣城 242000)

摘 要 用黄山气象站1956～1995年40年地面气象观测资料,分析了黄山云海的时空分布特征,云海与测站温度、湿度、降水和风的关系。结果表明,黄山年平均出现云海次数为223.85次,最多年份有370次,最少的年份只有105次,年际差异明显;并存在准12 a周期的低频变化现象。逐旬大于等于8(5)成平均云海日数序列与测站逐旬平均气温序列相关系数为－0.89(－0.83),与测站逐旬平均相对湿度序列相关系数为－0.69(－0.61)。黄山云海形成的前一天或当天一般都有降水发生。统计分析各月大于等于8成云海与风关系,黄山云海出现时最多风向为西至西北风(除6月为东风外),平均风速5.0 m/s,即黄山云海的出现与一定环流形势相联系。

关键词 黄山 云海 天气气候分析
分类号 P458 **文献标识码** B

引 言

1991年在联合国召开的"黄山旅游与环境协调发展国际研讨会"上,来自联合国环境署、世界旅游组织的40多名外国专家在考察黄山后,一致认为:作为世界自然和文化遗产的黄山在环境与资源利用方面作了积极努力。黄山自然景观由山体景观和气象景观相互构成,开发利用黄山旅游气候资源也是重要的一方面[1]。黄山年平均大于等于5成云海日数59.32 d,年平均大于等于8成云海日数33.16 d,1984年1月19日～1月24日连续6 d出现大于等于8成的云海,黄山云海是重要的旅游气候资源。

本文拟用黄山气象站1956～1995年40 a地面气象观测资料分析讨论了黄山云海的时空分布特征;云海与测站温度、湿度、降水和风的关系,为云海预报及开发利用黄山旅游气候资源提供依据。

1 黄山云海的年际变化特征

黄山气象站位于北纬30°08′、东经118°09′,海拔高度1840.4 m(光明顶,作为代表)。光明

收稿日期:2003-12-08;**修改稿日期**:2004-03-02
基金项目:安徽省科技厅课题,定时、定点、定量预报方法研究(编号:2001035)资助
第一作者简介:吴有训(1953-),男(汉),安徽歙县,高工,现在安徽省宣城市气象局,主要从事天气气候研究

顶气象站每日2、8、14、20时四次定时地面气象观测中要对云顶高度低于测站的山下云(以下称云海),进行测定其云量、云状、云顶高度。按山下云或出海覆盖视区面积范围分为10成,其中大于等于5成的云海年平均日数为59.32 d,最多年份为95 d(1982年);最少年份为39 d(1971年、1975年)。而大于等于8成的云海年平均日数为33.16 d,最多年份为60 d(1984年);最少年份为13 d(1974年)。1965年、1980～1987年、1989～1992年是大于等于5成(或8成)云海日数偏多年份,其余年份偏少;比较图1a与图1b,大于等于5成的云海日数和大于等于8成的云海日数年际演变特征基本一致。图1c给出了黄山1956～1995年云海(包括微量山下云)逐年出现次数。由图1c可见,黄山云海次数呈多波振动的时间演变规律,云海年平均次数为223.85次,但各年之间差异明显,最多的年份有370次(1957年),最少的年份只有105次(1993年)。云海日数的年际变化也具有阶段性,1956～1962年、1964～1966年、1973年、1976年和1980～1985年偏多,其余年份偏少;近几年来云海出现次数有减少趋势,这与全球气温升高,特别是暖冬的出现有关[2]。逐年云海次数的功率谱[3]计算结果表明,在12年周期附近有一个明显的谱峰,谱峰值为0.39,且置信度超过95%,说明黄山年云海次数存在准12年周期的变化。

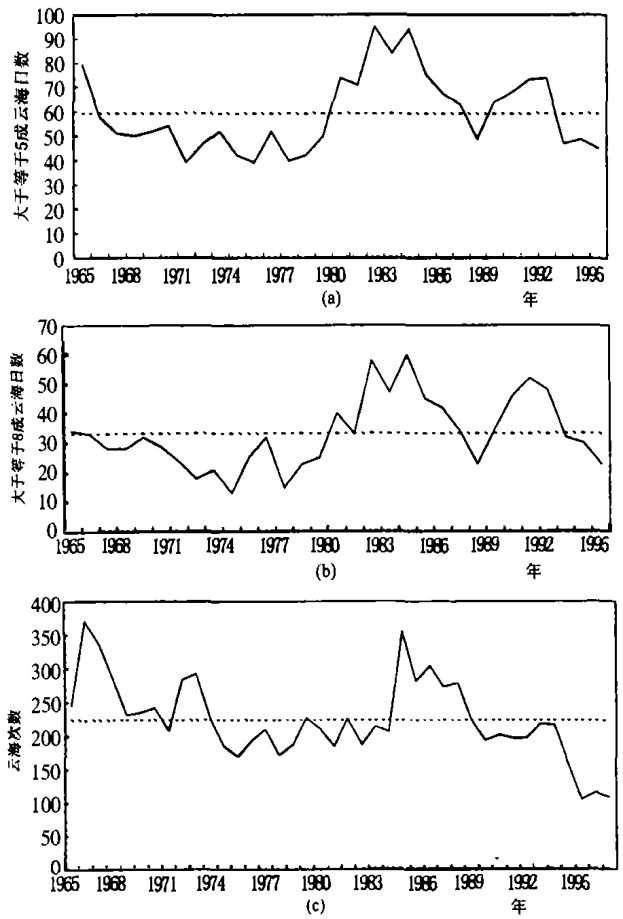

图1 黄山云海逐年出现日数(次数)
(a)大于等于5成日数 (b)大于等于8成日数 (c)微量以上次数、虚线表示平均值
Fig. 1 The interannual change of cloud deck day in Huangshan

2　黄山云海的月际变化分析

2.1　黄山云海日数与云顶高度月分布

测站每日四次定时地面气象观测中至少有一次观测到有大于等于零的山下云,记一个云海日。图2是黄山云海月平均日数与月平均云顶高度的逐月分布,10月云海平均日数最多(13.84 d),是因为10月出现云量较少、云顶高度较低的山下云日数多,使得该月平均日数多于其余月份;7月平均云海日数最少(9.90 d),夏季气温高,山下云的云底凝结高度增高,成为雾笼罩测站(7月平均雾日26.6 d),因此云海日数少,持续时间也短。图2中虚线表示云顶的月平均高度,最大月平均云顶高度出现在6月(1 251.54 m),最小月平均云顶高度出现在10月(1 121.40 m)。

图3是大于等于5成云海月平均日数与月平均云顶高度。1月大于等于5成的云海平均日数最多(8.55 d),7月最少(2.13 d);6月平均云顶高度最高(1 418.85 m),2月平均云顶高度最低(1 289.36 m)。图4是月平均大于等于8成云海平均日数与平均云顶高度。1月大于等于8成的云海平均日数最多(5.48 d),8月最少(0.65 d);8月平均云顶高度最高(1 516.56 m),3月平均云顶高度最低(1 347.86 m)。从图3和图4上可以看到,冬季云海平均日数多,云顶平均高度低;夏季云海平均日数少,云顶平均高度高,两者月际演变特征基本一致。

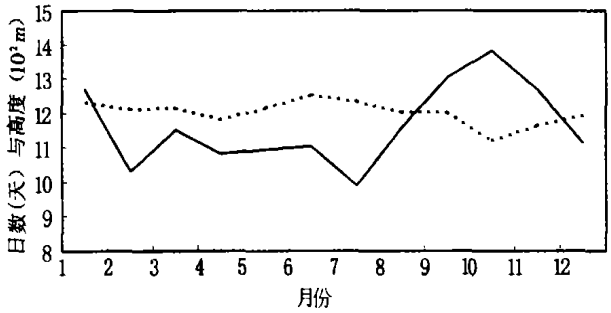

图2　黄山各月云海平均日数(实线)与云顶平均高度(虚线)

Fig. 2　The days-distribution and the cloud height of cloud deck in every month in Huangshan

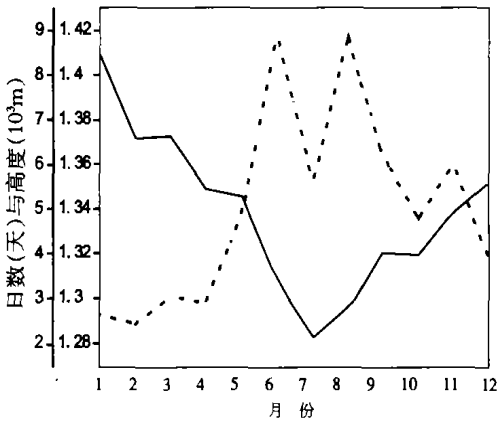

图3　各月大于等于5成云海平均日数(实线)与云顶平均高度(虚线)

Fig. 3　The days-distribution and the cloud height of cloud deck of cloudiness ≥50 % in every month

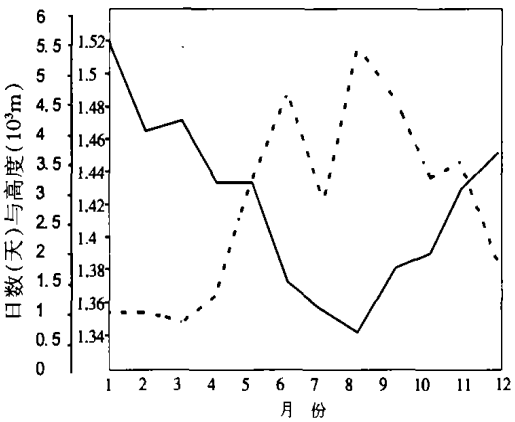

图4　各月大于等于8成云海平均日数(实线)与云顶平均高度(虚线)

Fig4　The days-distribution and cloud height of cloud deck of cloudiness ≥80 % in every month

2.2 .黄山大于等于8成云海各种低云状[4]月分布

从表1可见,1月、12月仅出现蔽光层积云(Sc op)和透光层积云(Sc tra),蔽光层积云出现次数明显多于透光层积云。冬季大气层结较稳定,在逆温层下部较易形成层积云;除锋面上和大范围辐合作用产生层积云外,湿空气水平运动受到黄山山脉强迫抬升,大气层结稳定情况下也会产生层积云。2月、11月除出现蔽光层积云和透光层积云外,有时出现碎积云(Fc)、淡积云(Cu hum);碎积云、淡积云生成基本条件要求大气层结是不稳定或潜在不稳定,大气低层要有充足的水汽,除天气系统造成的空气辐合抬升成为触发积云对流因子外,黄山复杂的地表面使空气不均匀加热、地形抬升气流均为触发积云对流因子。随着季节的变化碎积云、淡积云出现次数占总次数百分比增多,并出现浓积云(Cu Cong)、鬃积雨云(Cb Cap);8月淡积云、浓积云和鬃积雨云出现次数占总次数百分比最多,分别为26.09%、21.74%和13.04%;淡积云、碎积云在不稳定能量小的大气中就可生成,当大气有较大不稳定能量时,淡积云发展为浓积云,鬃积雨云生成于暖湿而具有很大不稳定能量并有适当抬升力大气中。春季(3~5月)云海云状有时出现碎层云(Fs)、碎雨云(Fn),碎层云一般由层云分裂或雾抬升而成,在早晚也可直接生成;碎雨云常出现在降水时或降水前后的降水云层之下。

表1 黄山云海(大于等于8成)各种低云状逐月出现次数占总次数百分比(%)

Table 1 The numbers-distribution of different low-level cloud of cloud deck (cloudiness ≥80%) in every month

云状	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
淡积云	0	0	2.55	3.15	9.73	9.09	17.24	26.09	20.69	4.17	0.8	0
碎积云	0	0.49	1.53	2.36	7.96	3.64	13.79	13.04	10.34	2.78	0.8	0
浓积云	0	0	0	0	3.54	0	6.90	21.74	3.45	1.39	0	0
鬃积雨云	0	0	0	0	0	0	0	13.04	0	0	0	0
透光层积云	71.76	71.22	74.49	77.17	67.26	76.36	65.52	47.83	58.62	69.44	64.8	56.4
蔽光层积云	92.94	98.05	95.41	92.13	88.50	89.09	75.86	60.87	79.31	93.06	95.20	98.84
碎层云	0	0	0	0.79	0	0	0	0	0	0	0	0
碎雨云	0	0	0.51	0	0.89	0	0	0	0	0	0	0

3 黄山云海日数的旬分布,与测站温度、湿度相关分析

图5是黄山云海(包括微量山下云)全年各旬平均日数,2月下旬平均日数最少(2.87 d);10月中旬平均日数最多(4.71 d),这主要是少量的山下云日数较多的原故。图6是大于等于8(5)成云海全年各旬平均日数,大于等于8(5)成云海最多平均日数均出现在1月下旬(1.97天、3.16 d);大于等于8(5)成云海最少平均日数分别出现在8月中旬(0.13 d)和8月上旬(0.52 d);两者均为冬季多夏季少,序列相关系数0.96,旬分布特征是一致的。

计算逐旬大于等于8(5)成云海平均日数序列与测站逐旬平均气温序列相关系数为-0.89(-0.83),可见气温低,云底凝结高度低,容易形成云海;反之,很难形成云海。计算逐旬大于等于8(5)成云海平均日数序列与测站逐旬平均相对湿度序列相关系数为-0.69(-0.61),表明黄山出现云海时,测站相对湿度较小;当空气饱和时,测站为雾笼罩,测不到云海。

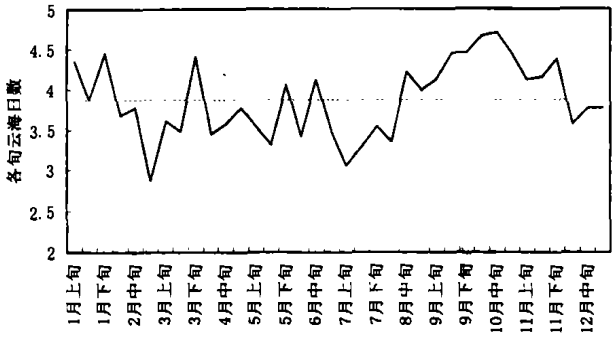

图5　黄山云海各旬平均日数(天)(虚线表示平均值)

Fig. 5　The days-distribution of cloud deck in every dekad in Huangshan

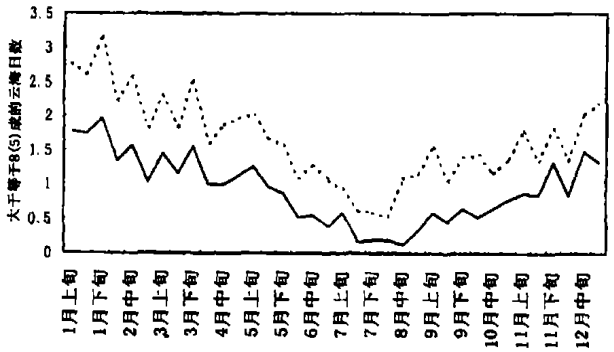

图6　各旬大于等于8(5)成云海平均日数(天)

Fig. 6　The days-distribution of cloud deck of cloudiness≥80 %(50 %) in every dekad

4　黄山云海各时次的分布

表2给出了3个不同量级的云海各时次出现次数占日总次数的百分比。一般8时出现次数较多,14时出现次数较少;中午常出现少量的积云,到了傍晚气温下降,积云消失,因此微量以上的云海14时略多于20时。贴近地面层空气的冷却是雾及层云的成因,在夜间地面放射热量而使贴近地面气层冷却,达到饱和状态而形成辐射雾;由于地形对大气垂直环流的影响[5],当暖湿气流沿黄山而上时,绝热冷却率很大,达到饱和而形成上坡雾。秋冬两季黄山辐射雾出现较多,雨(雪)后因变性高压控制而突然转晴,这时低层很潮湿,风力微弱,常出现辐射雾和层云。雾的日变化与温度的日变化密切相关,雾出现的最大频率在气温最低的早晨,最小频率在午后气温最高的时候;早晨太阳出来后,地面渐渐加热,雾经常抬升成层云,一般到9～10时消失,这是8时测到云海次数最多的主要原因。

表2　各时次出现云海次数占总次数百分比(%)

Table 2 The numbers-distribution of cloud deck in different time of observation

时　次	微量以上	大于等于5成	大于等于8成
2时	19.31	20.53	18.32
8时	46.27	36.48	34.27
14时	17.33	20.83	23.29
20时	17.10	22.17	24.13

表3 降水当天和后一天出现云海(大于等于8成)的机率(%)

Table 3 The probability distribution of cloud deck of the precipitation day

月 份	前一天	当 天	其中一天或两天
1月	72.16	52.16	82.96
2月	81.46	49.27	86.34
3月	88.27	65.31	94.90
4月	88.19	74.02	97.64
5月	89.38	73.45	92.04
6月	83.64	60.00	92.73
7月	79.31	65.52	86.21
8月	82.61	52.17	82.61
9月	68.97	65.52	82.76
10月	79.17	61.11	88.89
11月	76.80	47.20	84.80
12月	55.81	45.35	69.19

5 黄山大于等于8成云海与降水关系

黄山大于等于0.1 mm的雨日年平均182.6 d,年平均降水量2 394.5 mm,湿润多雨的气候和复杂的地形是黄山云海形成的基本条件。黄山山脉相对海拔高度高,山地对气流的抬升作用显著,使暖湿空气上升冷却凝结成云致雨;降水天气系统移到这里受山脉阻挡,滞留时间长,降水天气维持时间长。另一方面,来自海洋的暖湿气流与北方南下的冷空气常在这里交汇,给黄山带来极为丰沛的降水。表3给出了各月大于等于8成云海与出现大于等于0.1 mm降水的对应关系。出现云海当天有降水的机率小于前一天的降水机率,两天中只要一天有降水(包括两天都有降水)的最小机率为69.19%,表明黄山云海形成前一天或当天一般都有降水发生。

6 黄山大于等于8成的云海与测站风的分析

统计出现大于等于8成云海时的风向风速,用出现某一风向次数除以各风向总次数称风向次数比,并计算各风向的平均风速。图7(略)是各月风向次数比与平均风速。1月平均风速变化幅度最小为2.5 m/s,10月最大为7.9 m/s;最大平均风速为10.4 m/s(10月,ENE),全年平均风速5.0 m/s,表明大于等于8成的云海是在风力不太大的情况下形成,风力增加,湍流垂直交换加强,上下气层湍流气块带着各自的热量、动量和水汽属性互相交换,使云海不易形成或已形成的云海消散。10月到次年3月最大平均风速出现在偏北风方向,4月~9月最大平均风速多数出现在偏南风方向;全年最小平均风速多数出现在偏南风方向。

黄山地处东亚季风区内,冬季盛行偏北风,夏季盛行偏南风。测站10月~次年2月各月最多向频率出现在西北风,3月~7月为西南风,8月~9月为东风。由图7(略)可见,黄山出现大于等于8成云海时6月最多风向为东风,其余月份为西到西北风;各月最少风向主要集中

在偏南风和东北风。这种风向分布也与测站各月最多风向频率分布不一致,表明黄山云海是在一定的天气形势下形成,如冬季冷锋过境后,测站处在850 hPa低槽后部,受西北气流控制,往往有云海形成。

7　一次连续性云海(≥8成)过程的天气演变特征

美国NCEP/NCAR的全球日平均分析场资料,分析了黄山1984年1月19～24日连续6天云海(≥8成)天气过程的大气环流特征和气象物理量时间演变特征。500 hPa鄂霍次克海为一阻高,乌拉尔山以东为高压脊,我国东北为低压,黄山地区盛行偏西气流;700 hPa环流特征与其一致,大气环流形势稳定。1000 hPa黄山地区处在南伸的高压底部,受东北气流影响。由于云海天气过程是在冷空气南下伴随强降水发生过后出现,整个气层都有降温,降温时间随着高度向后推迟,850～700 hPa之间出现逆温层,19～22日850 hPa气温稳定在－8 ℃左右,23日至25日气温在－7～－6.5 ℃之间变化;比湿下降速度较气温缓慢,20～26日850 hPa比湿稳定在2 g/kg以下。测站附近,850 hPa 19～25日平均风速不大,风向较乱。850 hPa 19日由上升气流转变为弱下沉气流,持续到26日。黄山这次云海过程具有显著的环流形势特征、天气和物理量时间演变特征。

8　结论与讨论

用黄山气象站1956～1995年40 a地面气象观测资料,分析了黄山云海的时空分布特征,云海与测站温度、湿度、降水和风的关系。得到以下主要结论:

(1)黄山年平均出现云海次数为223.85次,最多的年份有370次,最少的年份只有105次,年际差异明显;并存在准12 a周期的低频变化现象。大于等于5成的云海年平均日数59.32 d,大于等于8成的云海年平均日数33.16 d,两者年际演变特征基本一致。

(2)大于等于5成云海平均日数1月最多(8.55 d),7月最小(2.13 d);大于等于8成云海最多平均日数也出现在1月(5.48 d),8月最少(0.65 d)。1月、12月云海云状为透光层积云和蔽光层积云,2月、11月还有极少量的淡积云和碎积云出现,随着季节变化对流云系增多,8月浓积云、鬃积云出现次数占总次数百分比最大,分别为21.74%、13.04%。

(3)计算逐旬大于等于8(5)成云海平均日数序列与测站逐旬平均气温序列相关系数为－0.89(－0.83),与测站逐旬平均相对湿度序列相关系数为－0.69(－0.61)。表明全球气温升高,特别是暖冬是云海日数减少的重要原因。

(4)统计分析大于等于8成云海与降水、风关系,云海出现的前一天或当天一般都有降水;6月云海出现时风向多为东风,其余月份最多风向为西到西北风,表明黄山云海是在一定天气形势下形成。

黄山相对海拔高度高,气候湿润多雨,云海日数多,维持时间长,云的种类多样,是重要的旅游气候资源,应进一步开发与利用。

参 考 文 献

1 吴有训，王进宝，王克勤，等. 黄山光明顶雪、雨凇和雾凇的气候特征研究. 气象科学，1999，**19**(3)：309～316

2 吴有训，陈健武，杨保桂，等. 黄山冬季气温分类及雪、雨凇和雾凇的气候分析. 气象学报，2000，**58**(3)：376～384

3 黄嘉佑，李黄. 气象中的谱分析. 北京：气象出版社. 1984. 120～128

4 中央气象局. 地面气象观测规范. 北京：气象出版社. 1979. 32～68

5 钱永甫，万晖. 海陆分布和地形对大气垂直环流影响的诊断研究. 气象科学，1999，**19**(3)：221～232

CLIMATIC ANALYSIS OF CLOUD DECK IN HUANGSHAN

Wu Youxun Yang Baogui Wang Keqiang Hua Ronggui Xu Wei

(*Xuancheng Meteorological Office, Anhui Province, Xuancheng* 242000)

Abstract In this study, the meteorological data of surface observations at Huangshan station during 40-years (1956-1995) were used to analyze the features of cloud deck. The relation between cloud deck and temperature, humidity, and wind was given. The analyzed results show that the average number of cloud deck day was 223.85/year, which varied a lot among years, the annual amount of cloud deck day has quasi-twelve years cycle. The correlation coefficient between sequence dekad-to-dekad mean cloud deck day of cloudiness $\geqslant$80 % (50 %) and sequence dekad-to-dekad mean temperature is -0.89 (-0.83), and sequence dekad-to-dekad mean humidity is -0.69 (-0.61). Precipitation often appears in the day of cloud deck or the day before. More than 80 % cloud deck is related with west northwest wind (not including June), average wind velocity is $<$10.4 m/s. Appearance of cloud deck in Huangshan is associated with atmospheric circulation.

Key words Huangshan · Cloud deck Climatic analysis