

利用卫星资料计算 云南地区云量及云特征分析

朱小祥 孟旭 方宗义 刘王洁

(国家卫星气象中心,北京 100081)

李开华 谢光中 丁有济

(中国科学院云南天文台,昆明 650011)

提 要

通过 NOAA-10、11 两颗卫星 1989 年 5 月至 1990 年 4 月一年间的 AVHRR 资料,在作 0 01°等经纬度投影处理和定标、定冗订正的基础上,利用红外阈值方法对 23 5—28 5°N、99—104°E,云南区域的云量进行计算,统计云量分布。根据对计算结果的分析,基本弄清了影响该地区的主要天气系统和云系,以及云的一些统计特征。此外,因云南天文台选址工作的需要,对给定的 21 个候选点的云量进行提取,并将一个常规资料观测点云量用于与反演结果做比较,结果表明有较好的一致性。最后,得到云量最少的几个点,供云南天文台选址作参考。

关键词 卫星资料 云量 云覆盖率

引 言

随着卫星气象学的发展,由卫星资料反演得到的云参数也日益被人们重视,它不仅是气象和气候学中的重要基本参数,而且在其它领域也有相当的使用价值和作用。如知道了月平均云量分布,就可以估计太阳能的利用情况,便于农作物的合理布局,云量少的区域暗示了望远装置有较高的使用率。本文根据需要,与云南天文台合作,对一年的气象卫星资料进行处理,以便得到云量最少的候选点,供云南天文台选址小组作参考。

1 卫星资料情况和资料的预处理

本文使用的资料取自美国第三代极轨业务气象卫星系列中的 NOAA-10、11 两颗卫星的 AVHRR 数据,所取资料的覆盖范围为 23 5—28 5°N、99—104°E,取样时间为 1989 年 5 月至 1990 年 4 月。对中低纬地区而言,

每颗星每天过境 2 次,各为同一地方时,仅有很小的轨道偏移(约 9 天一个周期),两颗星一天共过境 4 次,每次时间间隔为 6 小时左右。每颗星的星下点分辨率均为 1.1 km,各有 5 个观测通道。在云量计算中,我们只用红外通道资料,其它各通道用于定位校正。

卫星资料预处理包括卫星资料的提取、临边变暗订正、太阳天顶角订正、投影变换及定位校正等。有关专家已对前 4 方面作了详细说明,这里着重介绍定位校正。由于对反演区域中各候选点对应的云量值的位置精度要求甚高,而卫星资料的定位数据本身也稍有误差,故须对提取的卫星资料进行精确的定位校准,使误差不超过 1 个象元。处理办法是首先从 1:50 万分之一的地图上,读取云南区域内明显地理标记的经纬度,如金沙江、澜沧江、滇池、洱海等,将读取的数据输入到

计算机中,并采取与卫星资料相同的投影变换,形成一幅底图,其次,在显示卫星图像时,叠加地理标记底图,用目测进行比较,若不重合,则将图象进行平移,反复进行此项工作直到完全重合为止,并将定位数据写入头记录中,为下一步云检测用。

经过上述预处理后,每幅云图中的每一象素点具有相同的地理坐标值,为云量的准确计算和统计奠定了基础。

2 云检测和云量统计

云检测就是把卫星观测到的辐射值进行区分,判断它是晴空辐射还是云辐射。云检测方法思路如下 以红外通道为主,对图象中的每个象元,由下列判别式来确定该象元是否有云。当 $T < T_s - \Delta T$ 时,象元有云,当 $T \geq T_s - \Delta T$ 时,象元无云,式中 T 为亮度温度,

T_s 为晴空亮温, ΔT 为温度阈值修正值。晴空亮温由连续半个月或一个月每日相同时次红外资料取亮温极大值得到。温度阈值由不同的 ΔT 值试验,并将结果与可见光资料比较得到。结果表明, ΔT 取 5K 比较合适,本方法假设云顶温度低于下垫面晴空亮度温度,并且每个有云象元被云充满^[1]。

云量统计由下式来表示

$$\bar{A} = \sum_{k=1}^K A_k(i, j) / K$$

式中, $A_k(i, j)$ 为某一时次网格点上的云量,取 0 或 1, K 为统计周期的有效图象数, k 为图象序号, \bar{A} 为平均云量。

月平均云量等值线图是由 4×4 个象元取平均值后再由绘图仪输出。云检测和云量统计流程见图 1。

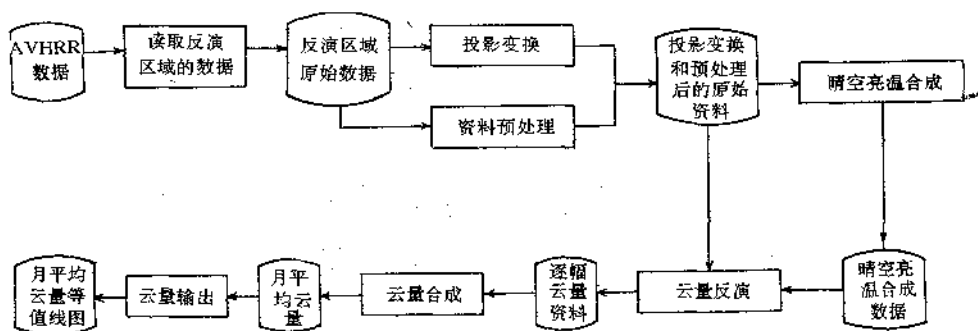


图 1 云检测和云量统计流程图

3 云特征分析

从处理一年卫星资料得到的月平均云量看,云量分布具有明显的季节性变化,这与大气环流的季节变化及大尺度天气系统的活动密切相关。

由月云量分布图可以发现,一年中云量较少的月份为 11、12、1 月,其大部分区域的云覆盖率低于 40%,云量较高的月份为 7、8、9、10 月,云覆盖率在 70% 以上,其它月份的云量介于两者之间。图 2 仅给出 4 个月的月云量分布。造成这种云气候分布特点的原因在于在冬季,该地区受中南半岛高压系统影

响,是一年中云量最少的时段,除图上西北部地区受华西静止锋影响,以层状云为主外,其余地区的云系以波状云为主,这与该区域所处的地理位置密切相关。当偏西气流与横断山脉正交时,在一定的风场和大气层结条件下,山脉的背风坡一侧的下风方向上形成重力波。在波动的上升运动地区,出现一条条平行于山脊的波状云系,两条波状云系间的距离几乎相等^[2]。在卫星云图上表现为相互平行间距大体相等的积云线(见图 3)。影响春季云量分布的另一重要天气系统是南支槽云系,由春到夏,随着大尺度环流的演变,中南

半岛高压消亡,印度季风爆发,该区域受其影响,云量明显增加。夏季,印度季风达到最旺盛阶段,潮湿的西南气流和偏南气流带来了

大量的对流云系和面积云团,云量达到最大值。这一现象一直持续到秋季,以后,随着印度季风的消退,云量随即减少。

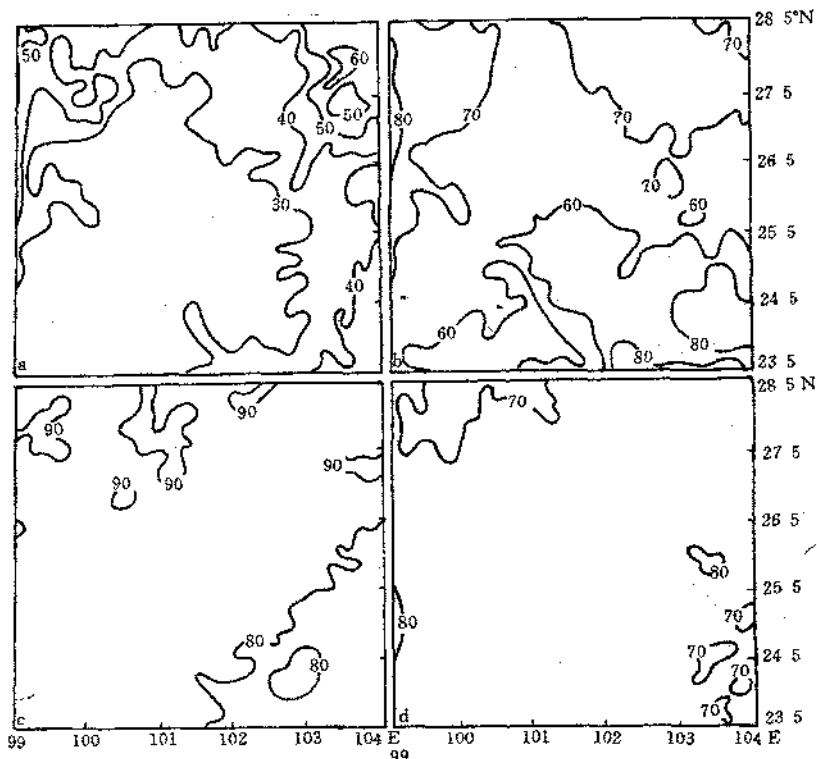


图2 月平均云量等值线分布图(等值线间隔为10%)

a 1990年1月 b 1990年4月 c 1989年7月 d 1989年10月

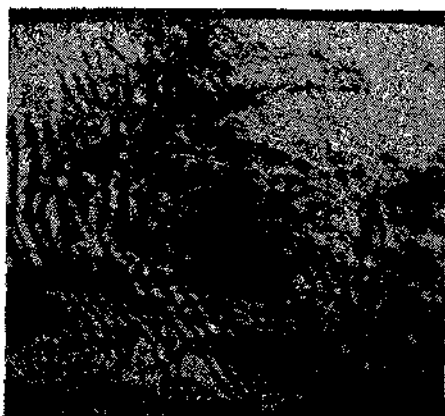


图3 云南地区冬季典型波状云系云图(1989年12月21日12:41GMT)

另外,在冬季的月平均云量分布图上还可以看到,反演区域的东北角云量总是比较多,这是由于冷空气南下到达四川盆地后,受周围地形影响,产生抬升运动,形成低云区。

此外,我们对每一幅云图进行了分析,发现云南地区的对流云团产生于一年中的4—10月,且以夏季最为频繁。这与高原地区云气候特征和云南省台有关气象研究人员所得的结论基本一致^[3,4]。

最后,根据云南天文台选址需要和各候选点的位置,分别对每幅云图的云量进行提取。提取办法是以候选点为中心,取4×4个象元的云量,并对每一个点统计NOAA-10、11卫星资料的晴天数和云天数,一年中有效

图象为 1114 幅。具体云量分布情况见附表。

附表 云量最少的 5 个候选点图象数统计表
(从 21 个站点中选取)

选点位置	时间	云量					
		0	1	2	3	≤3*	≥4*
25°56'N	白天	128	23	20	4	446	668
100°39'E	夜间	226	26	16	3		
26°00'N	白天	102	36	23	8	440	674
100°40'E	夜间	237	16	8	10		
25°40'N	白天	133	29	10	5	456	658
100°52'E	夜间	242	21	12	4		
25°25'N	白天	125	28	14	4	438	674
100°51'E	夜间	229	17	15	6		
25°35'N	白天	129	30	16	5	466	648
101°04'E	夜间	247	25	13	1		

* 本栏图象数为总量统计

从表中可以看到,位于云南中部地区的姚安、祥云候选点,无云图象最多,这与这些点所处的地理位置有很大关系。由于云南北部受青藏高原天气系统影响的机会较多,故云量也就会多一些,月云量分布图也反映出这一点。还有一种情况是由于这几个点位于点苍山的东部,从西部和西南部输送的气流越过该山时产生波状云,而这些点可能恰好是处于波状云的空隙中,即处于下沉气流区,云量较少。

在提取云量过程中,我们还用云南大观楼地面观测站观测的逐时云资料与反演得到的云资料作比较。结果表明,两者虽有一定误差,但总的趋势还是一致的。产生误差的原因主要有以下几方面 首先是时间不一致,卫星观测与地面观测通常有一定的时间差,而在这个时间差里,云的变化有时是很大的,其次,我们取 10×10 个象元的云量与地面观测资料比较,但地面观测的范围实际上往往取决于能见度的好坏和观测场周围的环境,第三,由于卫星资料本身受观测仪器性能的限制和影响,一些低云很难从云图上区分出来,

第四,云检测方法有一定的局限性,由于假设了云顶温度始终低于晴空亮温,一些暖云就无法得到。

4 结论

通过以上卫星资料处理和云量分析,可以得到以下结论

4.1 云南地区的云量分布有明显的季节性。影响该区域云量分布的主要天气系统有印度季风云系、南支槽云系、波状云系、华西静止锋云系及局地对流云等。尤其是印度季风云系和局地对流云系有很强的季节性。

4.2 由一年卫星资料反演得到的云量对各候选点提取、比较,发现云量最少的候选点有姚安、祥云,这与这些候选点所处的地理位置有一定的关系。另外,还有一候选点在江川,虽然云量稍多,但离昆明较近,从经济角度来讲,该点也是可以考虑的。

4.3 由卫星资料反演得到的云量与地面观测的云量虽然有较好的一致性,但两者受时空、卫星测量仪器、人为因素等诸方面的影响两者仍有一定的差别。

4.4 利用极轨气象卫星的高分辨率数字化云图,对局部区域云量进行计算是很有意义的。尽管云检测方法有一定局限性,但结果还是令人满意的,并得到一些有用的结论。云检测方法有待进一步完善。

参考文献

- 1 方宗义,刘玉洁,朱小祥 卫星云参数处理方法和 1991 年云气候特征的初步分析 应用气象学报,1994,5(2) 135—142
- 2 B W 阿特金森 大气中尺度环流 北京 气象出版社, 1987
- 3 王恒康等 春季南支西风槽的天气气候分析 云南气象, 1991,第 3 期,1—7
- 4 宋王江,周毅 滇中强对流云团的特征及天气形势背景 云南气象,1992,第 1 期,17—20

Cloudiness Calculation and Characteristic Analysis over Yunnan with Polar Orbiting Meteorological Satellite Data

Zhu Xiaoxiang Meng Xu Fang Zongyi Liu Yujie

(National Satellite Meteorological Center, Beijing 100081)

Li Kaihua Xie Guangzhong Ding Youji

(Yunnan Astronomical Observatory, CAS, Kunming, 650011)

Abstract

The cloudiness over Yunnan area, which is located from 99—104°E and 23.5—28.5°N, was calculated by the Infrared Threshold method with the corrected multi-channel AVHRR data of NOAA-10, 11 in one year period (from May in 1989 to April in 1990), and the statistical cloudiness distribution was also analysed. The synoptic system and cloud system influence this area mainly, moreover, some cloud climatological characteristics were found. The results were examined by comparing with conventional observational results. Cloudiness over 21 points were obtained, which could be provided Yunnan Astronomical Observatory.

Key Words satellite data cloudiness cloud cover