

文章编号: 1000-2022(2002) 02-0226-09

利用 ISCCP 资料分析青藏高原云气候特征

刘瑞霞¹, 刘玉洁², 杜秉玉¹

(1. 南京气象学院 电子工程系, 江苏 南京 210044; 2. 国家卫星气象中心, 北京 100081)

摘 要: 利用 ISCCP 提供的 1983 年 7 月—1993 年 12 月 3 h 一次的月平均卫星总云量资料, 将整个高原分为 39 个网格点, 分析了高原总云量的年、季节、日变化规律及其空间分布特征, 并根据高原水汽条件和地形动力影响以及环流特征作出一定的科学解释。将 ISCCP 总云量与地面观测总云量分布形势作了比较, 证明了 ISCCP-D2 资料的合理性。对总云量与 OLR 进行相关分析, 发现夏季相关好, 冬季相关差。

关键词: 青藏高原; 总云量; OLR; 时空特征; 卫星资料; 相关分析

中图分类号: P426.5 **文献标识码:** A

众所周知, 云是影响地—气系统辐射平衡的重要因子。云的存在将改变地—气系统对太阳短波辐射的反射和大气层顶向上的长波辐射, 它在一定的气候形势下形成, 反映了当时的气候状况。云量作为辐射强迫和反馈因子, 是全球气候研究的重要参数。世界气候研究计划(WCRP)的主要研究项目之一——国际卫星云气候计划(ISCCP), 就是把对云的研究以及全球云量的监测作为主要内容, 开展卫星遥感云参数反演和分析研究。

青藏高原由于地形复杂, 云形成物理机制受地形影响比较明显, 29 种云型都有, 因此这里的热力、动力过程也比较复杂, 是气候异常研究的重要区域。但因为台站稀疏, 资料较少, 使得长期以来, 人们对这里气象状况的了解极其贫乏。近年, 随着遥感应用水平的不断提高, 卫星资料将用于青藏高原陆面过程的研究, 弥补了地面观测资料的不足, 使科研工作步入了一个新阶段。弗洛恩^[1]利用 1964 年和 1966 年共 35 d 白天卫星云图资料绘制了高原夏季的平均云量分布图。周允华等^[2]利用 TIROS 卫星云图照片结合 1979 年 5—8 月青藏高原大气科学试验, 绘制了 1979 年 5—8 月高原白天和夜间月平均总云量分布图。他们仅给出了两次定时(13—17 时, 01—05 时, 北京时)的云量分布情况。沈志宝等^[3]用地面观测资料对 NOAA-7 卫星云图资料进行订正, 分析了青藏高原 1982-08—1983-07 总云量时空分布特征。魏丽等^[4-5]、王可丽等^[6]利用 ISCCP C2 资料, 将 ISCCP C2 总云量、地面观测总云量和 NCEP/NCAR 再分析总云量作了对比分析, 证明了 ISCCP 资料的可用性, 对云的水平 and 垂直分布作了讨论, 不同程度地揭示了高原总云量分布特点, 但对整个高原各个区域总云量年、季节、日变化规律的分析, 仍是一个缺口。本文采用了 ISCCP D2 资料(1983-07—1993-12), 将整个高原分为 39 个网格点, 逐点分

收稿日期: 2001-09-04; 改回日期: 2001-11-28

基金项目: 国家重点基础研究项目“我国重大气候灾害的形成机理和预测理论研究”(G1998040900)

第一作者简介: 刘瑞霞(1975-), 女, 内蒙古呼和浩特人, 硕士生。

析、比较、归类、分区,旨在揭示整个高原的年、季节、日变化规律,以及其空间分布特征。

1 资料说明

总云量资料取自 ISCCP 提供的 D2 资料。ISCCP 建立于 1982 年,但资料收集开始于 1983 年 7 月 1 日,数据产品有 B3、BT、CX、DX、C1、D1、C2、D2 等内容。D2 资料是继 C1、C2、D1 之后,针对 C1、C2 资料在卫星云气候参数生成过程中存在的误差,改进云参数计算模式后,获取的新的云参数数据,时间为 1983-07—1993-12 3 h 一次的月平均云气候资料。该资料是由 4 颗地球同步卫星和至少一颗太阳同步轨道卫星获取的辐射测量值,经过云识别、辐射分析和统计处理生成,其算法较 C1、C2 资料有较大改进,分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$;共有总云量(月平均云量,云出现频数)、边缘云量、总云量的平均特性(云顶气压、云顶温度、云光学厚度、云水路径等)、各类型云特性以及相关的地表平均特性(地表温度、地表发射率、雪冰覆盖率)等 130 个参数。本文只用到总云量资料,单位是百分比(%)。OLR 资料是美国气候分析中心(CAC)计算的逐旬资料,分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 。青藏高原雪盖面积资料来自美国地球卫星资料信息服务局(NESDIS)业务产品。高原范围根据 Luo 等^[7]一文中 3 000 m 以上高原轮廓线确定,由 39 个 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 网格点组成(图 1)。各网格点总云量值都是通过将相邻四个点的值插值到网格点中心计算而得。

2 高原总云量分布的年际变化特征

2.1 高原区域的划分

对 39 个网格点总云量逐点求年平均,分别作年际变化曲线图(图略),逐一对比分析,将变化趋势相同的曲线归类,将高原分为 I、II、III 三个区域(图 1)。其中 I 区从帕米尔高原往东,经喀喇昆仑山口,包含了昆仑山的一部分,共由 5 个网格点组成;II 区包括昆仑山东段、藏北高原西部、阿里高原,包含 7 个格点;III 区覆盖了青藏高原的整个东部地区,包括昆仑山东段、青南高原以及一江两河(一江:雅鲁藏布江,两河:年楚河、拉萨河。下同)地区,包含 27 个格点。为便于表达,下文仍描述为 I、II、III 区,网格点以英文 grid 加序号表示(下文同)。

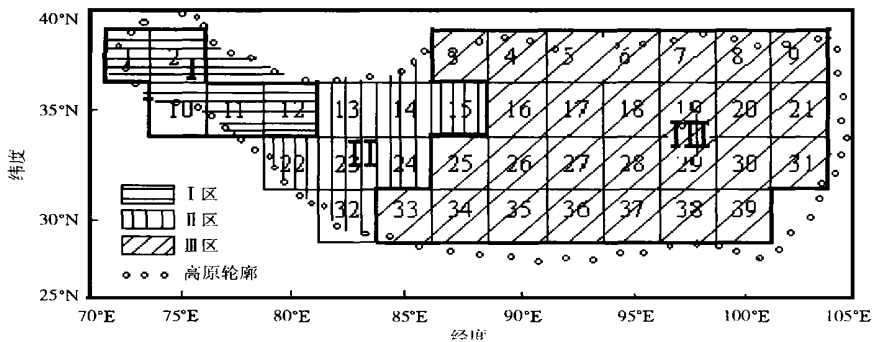


图 1 根据总云量的年变化规律对高原主体的划分

Fig. 1 Three regions divided according to yearly variation properties of total cloud cover over the Tibetan Plateau

2.2 高原总云量分布的年际变化特征

grid1 作为 I 区代表点, 取 grid14 代表 II 区, 取 grid37 代表 III 区, 绘制各区域总云量年际变化曲线(图 2)。由图可知, I 区总云量年际变化曲线在 1984、1987、1989—1990 年为波峰, 1985、1988 年为波谷; II 区基本在 1985 年为主峰, 1989—1990 年为次峰, 1988 年为波谷; III 区云量变化起伏较大, 1985、1987、1989、1991 年为波峰, 1988 年为波谷。分析各网格点总云量年际变化曲线发现, 高原东部总云量多于中西部, 南部多于北部, 高原边缘多于高原主体。

以上说明:

(1) 1983—1993 年, 除 I 区外, 1985 年高原绝大部分地区总云量较其他年偏多, 气候湿润; 1988 年, 整个高原云量较少, 气候比较干燥。这与历史资料一致: 1985 年秋季, 孟加拉湾台风北上, 受到高原地形的阻挡, 其前部云系受副高西北侧强西南风带作用东北而上, 给青藏高原上空带来充沛的水汽, 同时北部西风带上空的冷空气入侵造成正涡度平流输送, 南北天气系统配合, 导致青藏高原中、北部下了一场罕见的大雪, 降雪量达 59 mm^[8]; 1989 年, 高原东部也发生了雪灾^[9]; 1988 年夏季, 高原东北出现小范围干旱, 秋季, 不常出现干旱的藏南地区也出现了重旱^[9]。

(2) 随年份增加, 各网格点总云量或多或少有增多趋势。对 39 个网格点的时间—云量曲线进行线性拟合(表 1), 除 grid9 和 grid23 外, 其他曲线的线性拟合斜率均为正值, 由 0.02 到

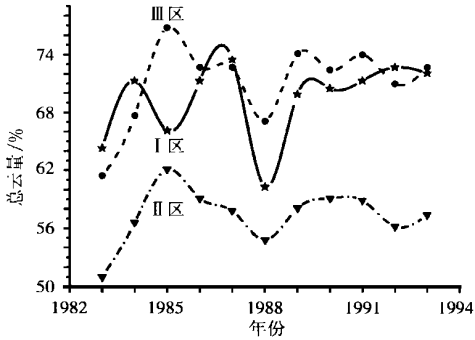


图 2 青藏高原不同区域总云量年际变化
Fig.2 Interannual changes of total cloud cover at three regions over the Tibetan Plateau

表 1 各网格点时间—总云量曲线拟合斜率

Table 1 The curve fitting slopes of time and total cloud cover at 39 grids					
网格点	斜率	网格点	斜率	网格点	斜率
1	0.51	9	- 0.04	17	0.07
2	0.51	10	0.22	18	0.05
3	0.25	11	0.25	19	0.05
4	0.16	12	0.26	20	0.08
5	0.10	13	0.28	21	0.07
6	0.04	14	0.19	22	0.02
7	0.04	15	0.13	23	- 0.02
8	0.02	16	0.12	24	0.03
				25	0.21
				26	0.30
				27	0.35
				28	0.40
				29	0.44
				30	0.49
				31	0.35
				32	0.06
				33	0.12
				34	0.27
				35	0.38
				36	0.52
				37	0.56
				38	0.54
				39	0.51

0.565, 说明各地云量增幅不同。具体说, 高原东北部唐古拉山以北, 以及高原西部(II 区) 总云量增幅较小, 而其余高原西北、东南地区增幅较大, 斜率甚至达到 0.565 之多。高原近年总云量有增多趋势, 其原因值得进一步探讨。

为进一步分析, 作了高原地区年平均、季节平均、冬半年、夏半年、1 月、7 月总云量的年份—经度(72.5°~105°E)、年份—纬度(25°~40°N)剖面图(图略), 发现作为冬季代表月的 1 月份, 1985 年全区大部分地区总云量都偏多, 平均云量为 51.1%, 云量最少的地方也有 44.1%;

1989—1990 年偏少, 平均云量仅为 39.8%, 特别是在高原西北部昆仑山西段, 总云量仅 22%~26%; 夏季代表月的 7 月(图略), 1989—1990 年高原北部总云量却偏多, 1988 年相对较少。全年平均总云量(图略) 1985、1989—1990 年为高值年, 1988 年为低值年, 近年总云量随年份有增多的趋势。

3 高原总云量分布的月变化特征

3.1 青藏高原区域的划分

将 39 个网格点总云量月变化趋势相同的曲线归类, 整个高原分为 I, II, III, IV 四个区域(图 3)。I 区为帕米尔高原到喀喇昆仑山口区域, II 区范围最大, 包括昆仑山西段、整个藏北高原、唐古拉山西段以及一江两河地区, III 区为高原腹地的北部边缘地区, 包括柴达木盆地和祁连山, IV 区包括昆仑山东麓、巴颜喀拉山往南, 念青唐古拉山往北一段。

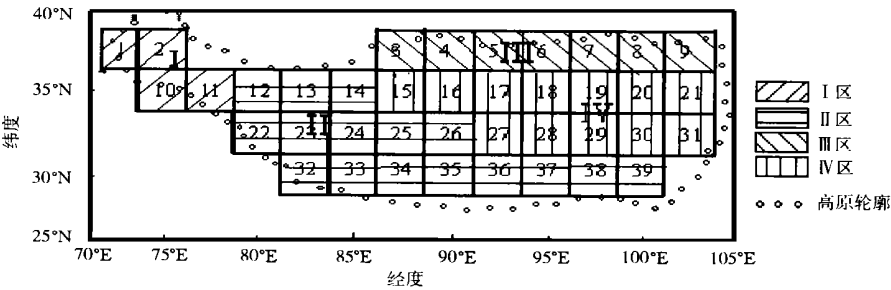


图 3 根据总云量的月变化规律对高原主体的划分

Fig.3 Four regions divided according to monthly variation properties of total cloud cover over the Tibetan Plateau

3.2 高原不同区域总云量分布的月变化

青藏高原总云量月变化特征如图 4 所示, 代表点 I 区取 grid1, II 区取 grid33, III 区取 grid4, IV 区取 grid19。

总体来说, I 区位于高原西北端, 其总云量随月变化振幅起伏不大, 常年总云量都在 56.1% 以上, 而且有冬、春季总云量多于夏秋季的特点(图 4)。这表明在青藏高原西北部, 帕米尔高原到喀喇昆仑山口区域, 常年云量都较多。比较 grid1 和 grid10、grid11 变化特征(图略), 可知, 冬季 grid1 总云量多于 grid10 和 grid11, 而夏季后者总云量有一明显回升, 这是因为冬季 I 区主要受帕米尔高原水汽的影响, 而 grid1 处于高原边缘紧临帕米尔湿区的地方, 沿高原由西往东, 受帕米尔湿区的影响逐渐减弱。通过对青藏高原积雪多年研究积累的经验^[10] 还发现, 此区总云量月变化规律与高原雪盖面积的月变化规律(图 5) 很相似, 尤其是 grid1, 云量的变化直接影响了下垫面的积雪。

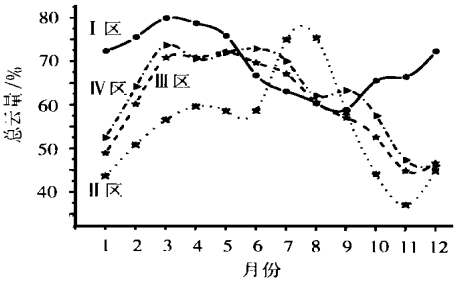


图 4 青藏高原总云量月变化特征

Fig.4 The monthly variation of total cloud amount at four regions over the Tibetan Plateau

从图 4 可知, II 区总云量月变化振幅较大, 且都呈双峰型分布, 在 3—4 月份、7—8 月份各出现一个峰值, 7—8 月平均云量明显多于 3—4 月; 5—6 月份为波谷; 9—10 月总云量急速减

少, 11 月达最少, 之后, 又缓慢增加。比较Ⅱ区北部和南部总云量的分布态势, 发现由北向南, 分布曲线的振幅逐渐增大: 3、4 月份, 总云量都在 57 % ~ 78 % 之间, 而 7、8 月份, 在 67 % ~ 84 % 之间, 藏南谷地的总云量较其他区域明显增加, 究其原因, 7、8 月份在印度夏季风影响下, 高原南部受来自印度东北部水汽影响较高原中部大。再对Ⅱ区东部和西部总云量做比较, 发现, 东部总云量远远大于西部, 说明高原东南部总云量多于西南部, 且这里是全国云量最多区域之一。

Ⅲ区总云量季节变化振幅也较大, 5、6 月总云量大于 7、8 月, 结合文献[10]可知, 由于云的活动导致祁连山地区 5、6 月份积雪的变化。

Ⅳ区域总云量月分布曲线为 3 个峰值, 3—4 月、6—7 月、9—10 月各有一个, 说明云量除受各地水汽多寡影响, 还受其他条件制约。而且越往高原南部, 云量越多, 这与Ⅱ区总云量月变化的原因相同。

3.3 不同区域总云量的比较

通过以上分析, 发现, 冬季高原西北端和藏南一江两河地区云量较多; 春季, 除高原中部偏西北区域外, 其他地区云量都偏多; 夏季, 总体来说, 高原北部云量偏少, 南部多; 反映了北部少雨干旱, 而南部相对湿润多雨的特点; 秋季, 各区都具有过渡性特点。对高原总云量逐月作全区平均(图略)发现, 夏季总云量多于冬季, 高原中部偏北是一个全年云量偏少的区域。这种变化趋势除与影响高原的天气气候系统有关, 还与高原大地形及地形作用产生的大气环流有关。由于高原本身的冷热源作用, 使夏季高原四周空气向高原内部辐合, 冬季空气自高原主体向四周辐散, 因此, 夏季热对流发展, 导致云雨多, 冬季, 热对流发展被抑制, 一般少云。而又由于高原隆升地形影响, 到达高原的盛行气流产生分支、绕流、汇合、迫降、抬升等作用, 使高原云表现为边缘大于主体、南部多于北部等特点。

4 青藏高原总云量的日变化特征

青藏高原总云量日变化比年变化和季节变化情况简单, 除 grid1、grid2、grid10(即帕米尔高原到喀喇昆仑山口)外, 其他网格点的日变化曲线极其相似。将 grid1、grid2、grid10 定为Ⅰ区, 其他为Ⅱ区, 选取 grid1、grid33 为代表点, 日变化曲线如图 6 所示。由图可见, 高原绝大部分地区总云量夜间少, 白天多。具体来说, 07 时(北京时, 下同)之前, 总云量最少且较稳定, 07 时之后, 总云量呈“爆发式”增加, 且增幅很大, 15:00—18:00, 总云量达最大值, 14:00—18:00 是总云量最多的时段, 之后, 又急剧减少。以上青藏高原总云量的日变化规律与沈志宝等^[3]利用 1982-08—1983-07 地面站 10 次定时观测资料所得结果颇为一致, 只是卫星资料所测云量较地面观测资

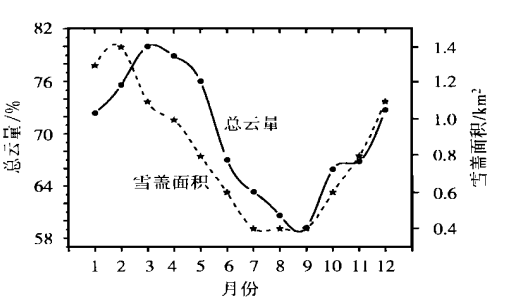


图 5 I 区总云量与雪盖面积月变化
Fig.5 The monthly variation of total cloud amount and snow cover over region one

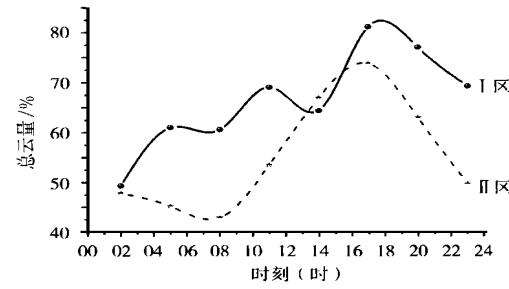


图 6 青藏高原总云量日变化特征
Fig.6 The daily variation of total cloud cover over the Tibetan Plateau

料值略小。但由于在地面观测中,会把大天顶角下的云量估计偏高,而卫星资料由于受分辨率限制,对小块云不能分辨,所以这种偏低是合理的,这一点早在1983年周允华等^[2]就作了说明。

I区(帕米尔高原到喀喇昆仑山口)的情况较复杂,从午夜开始,总云量呈起伏式增加,17时达到最大,比其他地区的云量峰值时间晚1 h,这说明该区域受帕米尔高原和青藏高原本身地形的影响,水汽输送情况更复杂一些。可认为这与积雪有关,由于雪面的热惯性比较大,导致云量峰值滞后。

总之,过去一些作者也曾从不同角度,对高原进行过区域划分,如中科院青藏高原综合科学考察队考察结果,将高原按气候带划分为热带、亚热带、高原温带、高原亚寒带和高原寒带^[11];杨喜峰等^[12]为研究高原OLR场的季节变化,也将高原分成南区、北区。本文根据高原总云量年、月、日变化不同规律3次对高原分区,再按区域来分析整个高原总云量的变化,较科学、细致地揭示了高原地区云量变化的气候特征。

5 青藏高原总云量空间分布特征

从多年情况来看,总云量的分布特点是高原东部多于中西部,南部多于北部,边缘多于主体,一江两河地区和紧邻帕米尔的高原西北部地区云量最多,祁连山、青南高原次之,藏北高原、阿里高原、冈底斯山云量较少,图7直观、形象地表现出这一特征。图中y轴表示总云量,东南西北表示高原东南西北方位(图中东南西北的方位与常规表示相反,其目的是为了更清楚地表示出云量的空间分布特征)。

图8表示青藏高原1月总云量的空间分布特征。由图可见,1月份青藏高原有两个多云区,一个在一江两河地区,局部总云量达到61.0%;另一个在沿35°N,青藏高原西部北侧,塔里木盆地南缘,多年平均总云量达到56.8%。关于后一带形成的原因,有两种说法,一种认为^[2]是西北气流和西南气流在35°N汇合形成横向云带;另一种解释为^[13],这条多云带是西风带受青藏高原地形影响而产生的爬升运动引起的:爬越青藏高原的西风气流,将帕米尔湿区的水汽带到高原西端,在高原地形边界附近上升辐合而产生高、中云系。而藏南多云区是由于西风绕流在此汇合形成。冬季高原西部南侧为高压控制,出现了一个少云区。将1月份分布图与文献[3]所绘1983年1月青藏高原平均总云量分布图相比发现,这两幅图极其相似,这是对卫星云气候资料的有力验证。

分析2,3,4,5月总云量的空间分布图(图略),发现这几个月的分布形势大致与1月相似,只是全区大部分地区云量都增多。

到6月份高低值中心明显偏移,7月变化更明显。图9给出7月的等值线图。

7月青藏高原总云量基本上为东南多西北少,藏南地区总云量能达90%,最少的地区在高原西北部及塔克拉玛干沙漠。藏南地区云量多是这里水汽条件、高原地形的动力作用以及季风影响综合作用的结果。盛夏,印度夏季风加强,盛行在整个高原以南地区,对高原中部、东部,

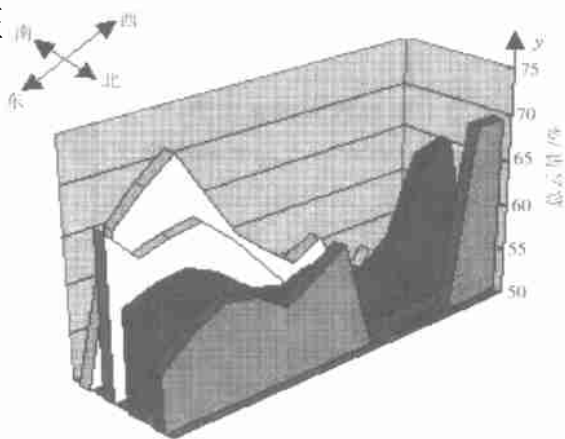


图7 高原总云量空间分布特征

Fig. 7 The spatial distribution of total cloud cover over the Tibetan Plateau

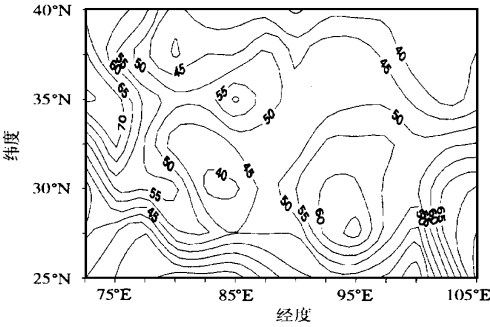


图 8 青藏高原 1 月总云量空间分布
(单位: %)
Fig. 8 The sketch spatial distribution of
total cloud cover in January
(units: %)

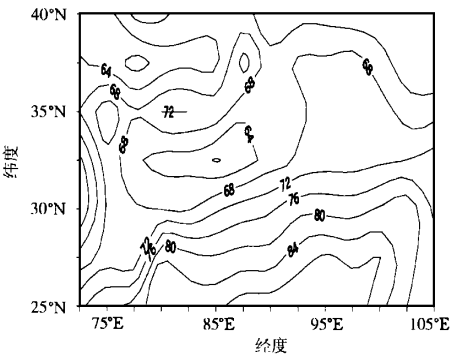


图 9 青藏高原 7 月总云量空间分布
(单位: %)
Fig. 9 The isopleth distribution
of total cloud cover in July
(units: %)

尤其是东南部云形成有明显影响;而且,在念青唐古拉山脉以南及其相连的云贵高原一带, 850~500 hPa 上空存在一个稳定的高湿区(湿中心比湿为 $5\sim16\text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$), 是北半球比湿最大的地区, 季风影响下, 这个高湿区不断向高原南部输送水汽, 加上空气的爬坡作用, 也产生大量高原云。这个事实在卫星云图资料中有明显反映。

8、9 月分布形式(图略)与 7 月相似, 10—12 月(图略)又开始逐渐在藏南形成高值区, 藏西形成低值区, 12 月的分布形式就基本与 1 月份相似了。

总之, 总云量分布基本上分为冬夏两种型式, 以 1、7 月分布为代表, 其他月份分布具有过渡性特点。

魏丽等^[5]、王可丽等^[6]也先后独立地利用 ISCCP C2 资料绘制并分析了类似的图, 比较其空间分布的形势是一致的, 但本文的云量分析结果系统偏高。这是因为前者用的是 C2 资料, 本文用的是 D2 资料, ISCCP 的 D2 产品与 C2 产品相比, 算法上有许多改进, 在辐射率校正、云识别、辐射模式上采取了很多新算法, 消除了一些伪变化, 提高了探测精度。

值得提出的是, 本文用卫星资料绘出的等值线图, 与吴鹤轩^[13]编的《青藏高原的低云》一书中所绘总云量地理分布图相比, 高低值中心对应相当好, 而文献[13]中的图是依据 1961—1970 年 93 个测站云的资料和 218 个测站云量资料绘出的。这种相似说明 ISCCP-D2 卫星云参数是合理的。

6 总云量和 OLR 的相关分析

6.1 青藏高原 OLR 空间分布与总云量空间分布对比分析

对多年月平均资料绘制等值线图, 进行了逐月对比, 这里仅给出 4 月份的对比(图 10)。由图可见, 整个高原上总云量的高(低)值区与 OLR 的低(高)值区对应比较好, 但夏季相关相对较好, 冬季较差。这从表 2 的数据中可得到更直观的解释。

6.2 相关检验

从表 2 可知, OLR 与总云量夏季相关最好, 6、7、8 月相关系数均通过了 99.9 % 的信度检验, 春秋季节次之, 冬季相关比较差, 信度也很差。这恰好说明 OLR 除与云有关, 还与地面温度

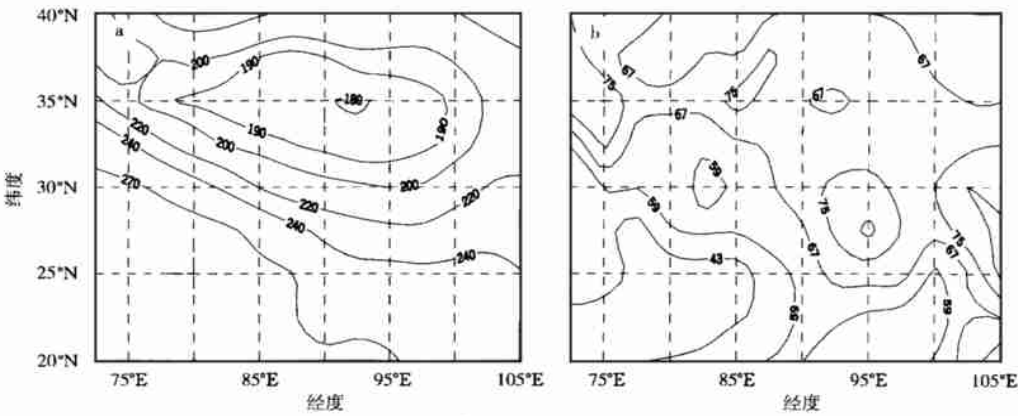


图 10 4 月份 OLR 分布(a)与总云量分布(b) (单位: %)

Fig. 10 Distribution of OLR(a) and total cloud cover(b) in April (units: %)

有关, 由于冬季云量较少(雨季尚未到来), 故 OLR 主要反映了地面温度的变化。而夏季全区进入雨季, 考虑到云对加热场的贡献, OLR 与云量的相关很好。

表 2 青藏高原总云量和 OLR 相关系数

Table 2 The correlation coefficient between total cloud cover and OLR over Tibetan Plateau

月份	相关系数	信度检验	月份	相关系数	信度检验	月份	相关系数	信度检验
1	- 0.339 76	< 90 %	5	- 0.760 12	99 %	9	- 0.782 26	99 %
2	- 0.460 59	< 90 %	6	- 0.837 74	99.9 %	10	- 0.695 09	99 %
3	- 0.572 25	90 %	7	- 0.804 24	99.9 %	11	- 0.463 34	< 90 %
4	- 0.621 28	95 %	8	- 0.812 42	99.9 %	12	- 0.422 47	< 90 %

7 结 论

- (1) 从高原云量整体分布来看, 东部总云量多于中西部, 南部多于北部, 充分反映了高原中、北部干旱少雨, 藏南湿润多雨的事实。
- (2) 青藏高原总云量年变化特征显著: 1985、1989 年, 高原绝大部分地区总云量偏多, 气候湿润, 而 1988 年整个高原云量较少, 气候比较干燥, 与历史资料对应一致; 近年来高原总云量有增多趋势。
- (3) 青藏高原总云量有明显的季节变化规律, 且不同区域其变化规律不同。帕米尔高原到喀喇昆仑山口区域总云量 3—4 月多于 7—8 月; 昆仑山东段、藏北高原和一江两河地区 3—5 月、7—8 月云量偏多, 且 7—8 月多于 3—5 月份; 柴达木盆地、祁连山地区总云量 5—6 月最多, 向两头递减; 昆仑山东麓、巴颜喀拉山往南, 念青唐古拉往北地区 3—4 月、6—7 月、9—10 月云量偏多, 且 9—10 月少于前两个时间段。
- (4) 高原总云量日变化基本为夜间少, 白天多。午后 14:00—18:00 云量最多, 凌晨 7:00 左右云量最少。
- (5) 青藏高原总云量的空间分布分为冬夏两种形式, 主要是由高原热力、动力因素造成的。
- (6) 卫星云气候资料能较好的反映高原地区云量变化和分布特征, 部分分析结果不仅与以往利用地面观测资料取得的结果颇为一致, 而且进一步揭示了高原云分布和变化的细微特征,

充分证明了卫星资料的应用价值。

(7) 高原总云量和 OLR 夏季相关较好, 冬季较差。

致谢: 所用 OLR 资料由国家卫星气象中心朱小祥先生提供, 谨表谢忱!

参考文献:

- [1] 弗洛恩 H. 对西藏高原气象学的某些贡献[M]//高由禧, 等译. 国外气象参考资料, 1976, 1: 2-4.
- [2] 周允华, 叶芳德, 周树秀, 等. 利用 TIROS-N 卫星云图对 1979 年夏季青藏高原云量分布的研究[J]. 高原气象, 1983, 2(1): 39-51.
- [3] 沈志宝, 陈有虞. 青藏高原平均云量的估算及其分布特征[J]. 高原气象, 1987, 6(4): 335-343.
- [4] 魏丽, 钟强, 侯萍. 中国大陆卫星反演云参数的评估[J]. 高原气象, 1996, 15(2): 147-156.
- [5] 魏丽, 钟强. 青藏高原云的气候学特征[J]. 高原气象, 1997, 16(1): 10-15.
- [6] 王可丽, 江灏, 陈世强. 青藏高原地区的总云量[J]. 高原气象, 2001, 20(3): 252-257.
- [7] Luo H B, Yanai M. The large-scale circulation and heat sources over the Tibetan Plateau and surrounding areas during the early summer of 1979. Part II: Heat and moisture budgets[J]. Mon Wea Rev, 1984, 112(5): 966-989.
- [8] 上官鸿模. 青海南部一次特大降雪天气的分析[J]. 青海气象, 1986(5): 20-23.
- [9] 黄荣辉, 郭其蕴, 孙安健. 中国气候灾害分布图集[M]. 北京: 海洋出版社, 1997: 72-87.
- [10] 刘玉洁, 王丽波. 利用 AVHRR 资料监测积雪和雪灾[A]. 亚洲季风机制研究新进展[C]. 北京: 气象出版社, 1999: 92-102.
- [11] 高由禧, 蒋世奎, 张谊光, 等. 西藏气候[M]. 北京: 科学出版社, 1984: 144-149.
- [12] 杨喜峰, 蒋尚城. 青藏高原 OLR 场的季节变化特征[J]. 应用气象学报, 1995, 6(4): 414-421.
- [13] 吴鹤轩. 青藏高原的低云[M]. 北京: 气象出版社, 1985: 1-4.

Cloud Climatic Characteristics of the Tibetan Plateau from ISCCP Data

LIU Rui-xia¹, LIU Yu-jie², DU Bing-yu¹

(1. Department of Electronic Engineering, NIM, Nanjing 210044, China;

2. National Satellite Meteorological Center, Beijing 100081, China)

Abstract: The spatial characteristics and yearly, seasonally and daily variation properties of total cloud cover is analyzed in this paper based on every-three-hour mean monthly data of ISCCP from July, 1983 to December, 1993 over the Tibetan Plateau which is divided into 39 grids. Some scientific explanation are also made for the moisture condition, topographic dynamics and circulation patterns over the Plateau. Comparing the distribution of total cloud cover from ISCCP with that observed from surface stations, the rationality of ISCCP-D2 data is validated. It is concluded that there is a good (poor) correlation in summer (winter) by analyzing the correlation between the total cloud cover and OLR.

Key words: Tibetan Plateau; total cloud cover; OLR; spatial and temporal characteristics; satellite data; correlation analysis