

用卫星资料分析内蒙古云量 时空分布及变化趋势

苏立娟¹ 达布希拉图¹ 邓晓东²

(1. 内蒙古气象科学研究所, 呼和浩特 010051; 2. 内蒙古生态与农业气象中心)

提 要: 为了解内蒙古地区云的特征, 利用1983年7月至2001年9月的ISCCP的云气候资料集中的D2资料集中内蒙古区域部分、内蒙古东部地区48个地面观测站自建站的月平均气温资料, 采用趋势分析方法研究分析了内蒙古地区总云量、高、中、低云量的时空分布和多年的变化趋势。结果表明: 内蒙古地区总云量、低云量、中云量呈自西向东依次增多, 高云量自西南向东北依次减少的空间分布特征; 19年来东部地区总云量呈增加的趋势, 中、西部地区呈减少的趋势, 并且, 分析表明温度的变化可能是云量变化的原因之一。

关键词: 卫星资料 云 时空分布 变化趋势

引 言

云和温度、降水一样, 是重要的天气和气候参数, 是天气预报的主要对象之一。由于云可以吸收和反射太阳辐射(从而降低地表气温), 同时又吸收和放射长波辐射(从而增暖地面)。它既影响大气的加热过程, 又影响地面上的天气和气候。在全球增温过程中, 云对地面气候的作用是十分重要的研究课题, 在大气遥感定量产品推导中, 也是必须考虑的因素。自1990年IPCC第一次评估报告以来, 在未来气候预测中的最大不确定性来自云及其辐射相互作用, 并且由于云反馈机制的复杂性, 它被认为是气候敏感性的最大不确定源。另外, 对全球范围内降水地区和降水量的估计, 也要依靠对云的观测。因此云在地球气候系统的辐射能量收支和水分循环过程中起着重要的作用, 是影响

大气运动和地球大气系统能量平衡的重要因素。气候变化、降水等人们所关心的问题都与云有着不可分割的密切联系。宣树华等^[1]利用ISCCP资料分析过西北地区云的分布特征和季节变化。

本文利用全球云气候资料集国际卫星云气候学计划(ISCCP)D2资料集中的云量参数分析了内蒙古地区的总云量、高、中、低云量的分布及多年变化趋势, 并对其产生的原因进行了简要分析。

1 资料和研究方法

1.1 资料

1.1.1 卫星云资料

本文选用整合的国际卫星云气候学计划(ISCCP)的云气候资料集中最新发布的月平均云资料集——D2资料集。D2资料集的

空间分辨率为 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$, 时间跨度为1983年7月至2001年9月, 相对于C2资料集, 在很多方面得到了改进, 该资料集中涉及130个与云相关的参数, 本文利用了其中的总云量、低云量、中云量、高云量参数。

1.1.2 气象资料

东部地区赤峰、通辽、兴安盟、呼伦贝尔的48个地面观测站1951—2005年的月平均气温资料。

1.2 研究方法

本文主要采用了趋势分析方法, 对不同云量的时间序列, 进行趋势分析。趋势分析的方法如下: 对资料序列 $T(t)$, $t = 1, 2, \dots, n$, 以线性函数 $T = at + b$ 来拟合原序列, 按最小二乘法可求得系数 a 和常数 b , 其中系数 a 就是趋势项:

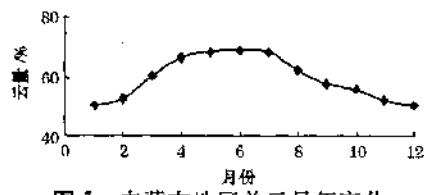
$$a = \frac{n \sum tT - \sum t \sum T}{n \sum t^2 - (\sum t)^2}$$

a 值的正负, 表示该资料序列随时间变化的方向, 正值表示资料随时间有增加的趋势, 负值则表示趋于减小; a 的绝对值的大小, 表示变化的快慢程度。

2 结果与分析

2.1 云量参数的年变化

将内蒙古地区的云量参数情况分别做平均, 得出各云量参数的年变化(见图1)。



从图1中可以看出总云量1—6月呈增

加的趋势, 7—12月呈现出下降的趋势。一年中云量最少的月份是1月为49.91%, 6月份的总云量最大, 为68.49%。3—8月的总云量均在60%以上, 这与降水的月变化情况相吻合, 内蒙古地区降水的时间分布不均匀, 主要出现在春夏季(3—8月)。

从图2可以看出, 低云量在一年中呈现双峰型变化, 在4月和10月即春季和秋季分别出现一个峰值, 1—4月低云云量逐渐升高, 在4月份到达最高值; 5—8月逐渐下降, 在8月份到达一个低谷; 8—10月呈缓慢的上升趋势, 10—12月又呈现下降趋势。一年中1月份的低云云量最少, 为9.42%; 4月份最多, 为24.38%。这与以往的结论有差异, 凭以往的经验认为, 夏季是对流云团发展旺盛的季节, 而春秋尤其是春季低云出现得较少。从ISCCP的资料分析可以得出, 不仅夏季低云发展旺盛, 春、秋季节的低云量也非常多, 但是这种低云可能由于缺少水汽、热力等条件没有形成降水, 而夏季的低云由于水汽、热力等条件优于其它季节而产生了降水。另外1—5月、9—12月, 即春、秋、冬季三个季节低云的云量均比高云多。

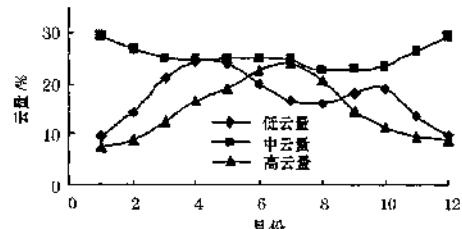


图2 高、中、低云云量的年变化

中云量在一年中的每个月均多于低云量和高云量, 这说明平均来讲, 中云覆盖率最大。但中云量的年变化同高云、低云正相反, 表现为冬季最多, 夏季偏少。3—7月变化不明显, 8—10月略低。这可能是由于内蒙古地区春、夏初、冬季均受自西向东的

系统性天气过程影响, 内蒙古地区的温度比较低, 缺少对流生成的热力条件, 不易形成对流云团, 基本上是以中云为主的降水。内蒙古地区的雨季在7月下旬、8月上旬, 这一时间段内副热带高压西伸北抬, 有利于在内蒙古地区形成大量的降水云系, 同时这一时

段是内蒙古地区的高温时段, 充分的环流、热力、水汽条件有利于局地对流云团的发生发展, 即使是系统性天气过程影响, 也可能由于热力等原因产生对流云团, 因此, 中云云量可能会少些。

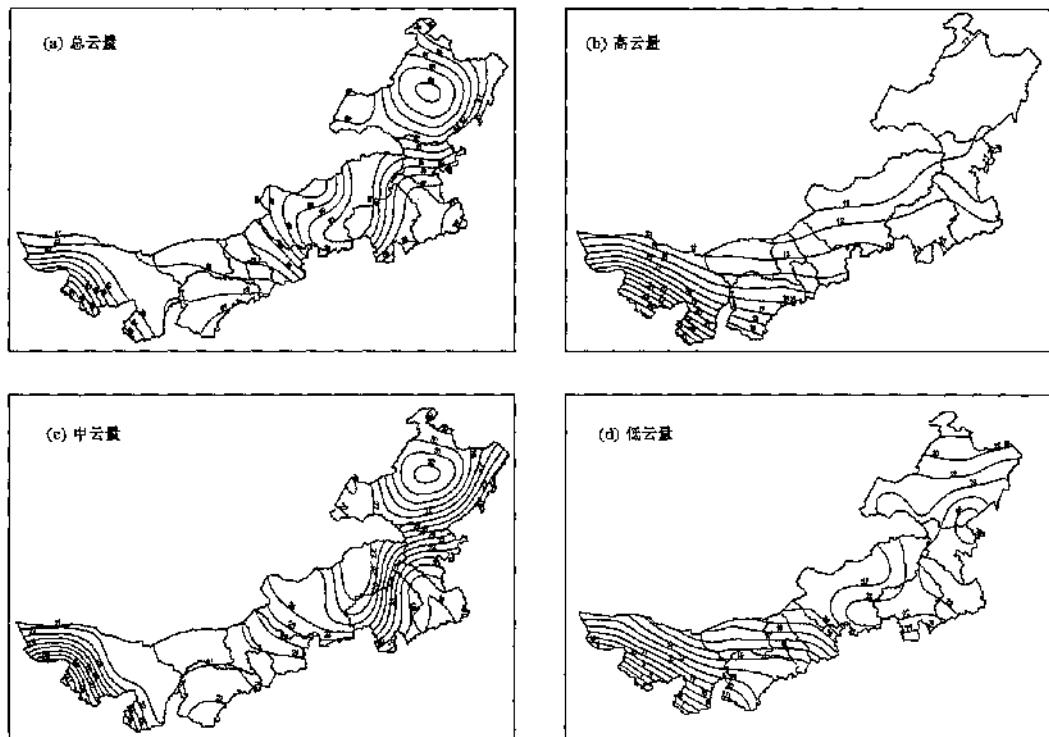


图3 总云量和高、中、低云量空间分布图(%)

高云量在一年中呈现单峰型, 1—7月是单调递增, 并在7月到达高峰值, 7—12月是单调递减。一年中7月的高云量最多, 为24.08%; 1月最少, 为7.56%。高云量的月变化与降水的月变化一致, 同时6、7、8月中云量和高云量最为接近, 尤其是7月份几乎重合, 而内蒙古地区的降水也集中在这一时间段。这一现象与降水产生的“播种—供给”机制是一致的。在冬、春、秋季节, 天空中虽然有中云存在, 但是没有形成雨水

降落到地面。在6、7、8月高云量增加, 意味着云凝结核增加, 中低云提供降水形成的云水条件, 高云提供冰晶的来源, 高云进行播种, 中低云供给就给内蒙古地区带来大量的降水。这种“播种—供给”机制也是人工影响天气的理论基础, 因此可以说, 内蒙古地区在冬、春、秋季节降水少可能不是因为缺少云, 而是因为缺少云凝结核, 因此, 在这些季节开展人工增雨在理论上是科学合理的, 也是有条件的。

2.2 云量参数的空间分布

将云量参数做 19 年平均, 得出各云量参数年平均分布。

总云量: 总体呈现自西向东逐渐增加的空间分布特征, 阿拉善盟西南部比北部多, 内蒙古地区呼伦贝尔市中部总云量最多。高云量: 同总云量、低云量空间分布特征相反, 自西南向东北呈现依次减少的分布特征, 阿拉善盟南部最多, 呼伦贝尔市北部最少。中云量: 总体上, 自中西部向东部依次增多, 阿拉善盟地区是从北至南依次增多, 呼伦贝尔市中部中云量最多。低云量: 总体呈现自西向东逐渐增加的空间分布特征, 呼伦贝尔市从南到北依次减少, 呼伦贝尔市和兴安盟交界处低云量最多。

总云量、中云量、低云量的总体空间分布特征同内蒙古地区降水的空间分布特征基本一致, 均呈现出自西向东逐渐增多的特点。另外, 高云量的分布特点与降水的分布正好相反, 阿拉善盟是内蒙古降水最少的地区, 而该地区高云量多于其它地区, 可能是由于过多的冰晶争食了有限的云水造成的, 但这一分析还需要大量的观测事实来证明。

2.3 云量参数 19 年的变化趋势及原因

将内蒙古分为东、中、西部, 利用趋势分析方法分析了 3 部分云量参数的变化趋势。见表 1。

表 1 内蒙古东部、中部、西部云量参数的变化趋势

| 云量参数 | 东部 | 中部 | 西部 |
|------|----|----|----|
| 总云量 | + | — | — |
| 低云量 | + | — | — |
| 中云量 | — | — | — |
| 高云量 | — | — | — |

注: 增加的为+, 减少的为-, 空白的为趋势不明显。

从表 1 中可以看出, 东部地区总云量是

增加的, 低云量的增加是总云量增加的原因。在中部地区和西部地区(除中部地区低云变化趋势不明显外)高、中、低云量都是减少的, 最终导致了总云量的减少, 云量的减少可能会对降水造成一定的影响。

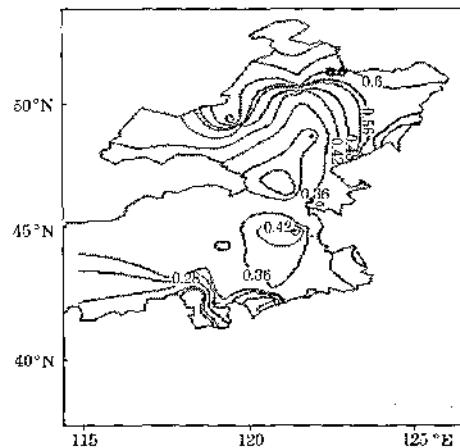


图 4 内蒙古东部地区月平均温度变化趋势

造成云量变化的因素有很多, 气温对云的生成与发展有着密切的关系是一个重要因素, 以东部地区为例, 简要分析云量的变化趋势同温度的关系。

统计分析赤峰、通辽、兴安盟、呼伦贝尔的 48 个地面观测站 1951—2005 年的月平均气温资料, 结果表明, 12 个月中 1.91% 呈现减少的趋势, 98.09% 呈现增加的趋势。因此可以说, 内蒙古东部地区近 50 年来月平均温度是增高的。东部平均温度均呈现增高的趋势, 其中以呼伦贝尔北部、赤峰北部、通辽北部增温的趋势最大。

东部地区多为农区、牧区和林区, 当地的地表水汽条件较好, 地表温度升高, 促使地面对水汽蒸发进入到大气中容易形成云。另外, 由于温度的升高会减弱大气层结的稳定性, 容易产生对流云团。因此东部地区平均温度的升高, 可能是该地区低云量增加的原因。在中西部很多地区为干旱半干旱区, 尤其在鄂尔多斯高原、阿拉善盟地区为沙漠地

区，这些地区的下垫面条件差，地表温度升高不但不生成云，反而提高了大气的饱和度，大气要达到饱和并形成云需要的水汽更多，在这类地区气温的升高就不利于云的形成。因此，气候的变化，尤其是温度的升高可能是内蒙古地区云量变化的原因之一。

3 结 语

(1) 总云量 1—6 月呈增加的趋势，7—12 月呈现下降的趋势，与降水的月变化情况相吻合。

(2) 低云量在春季和秋季分别出现一个峰值，但是可能由于缺少水汽、热力等条件没有形成降水。中云量多于高云和低云量，冬季最多，夏季偏少，可能是由于天气过程、副热带高压、热力、水汽等因素影响。高云量的月变化同降水及降水产生的“播种一供给”机制相一致。

(3) 内蒙古地区在冬、春、秋季节云凝结核少，在这些季节开展人工增雨在理论上是科学合理的，也是有条件的。

(4) 总云量、中云量、低云量的总体空

间分布特征同内蒙古地区降水的空间分布特征基本一致，均呈现出自西向东逐渐增多的特点，高云量趋势相反。

(5) 东部地区总云量是增加的，低云量的增加是总云量增加的原因。在中部地区和西部地区高、中、低云量都是减少的，最终导致了总云量的减少，多年温度升高是云量的减少的原因之一。

参 考 文 献

- [1] 宜树华, 刘洪利, 李维亮, 等. 中国西北地区云时空分布特征的初步分析 [J]. 气象, 2003, 29 (1): 7-11.
- [2] 朱小祥, 金旭, 方宗义, 等. 利用卫星资料计算云南地区云量及云特征分析 [J]. 气象, 1995, 21 (1): 32-36.
- [3] 翁笃鸣, 韩爱梅. 我国卫星总云量与地面总云量分布的对比分析 [J]. 应用气象学报, 1998, 9 (1): 32-37.
- [4] Rossow W B, Garder L C. Validation of ISCCP Cloud Detections [J]. J. Clim., 1993, 6: 2370-2393.
- [5] 刘瑞霞, 刘玉洁, 杜秉玉. 利用 ISCCP 资料分析青藏高原云气候特征 [J]. 南京气象学院学报, 2002, 25 (2): 226-304.