

文章编号: 1000-0534(2007)04-0741-08

中国西北地区云的分布及其变化趋势

陈勇航¹⁻², 陈艳¹, 黄建平^{1*}, 郑志海¹,
苏婧¹, 黄鹤¹

(1. 兰州大学 大气科学学院, 甘肃 兰州 730000; 2. 东华大学 环境科学与工程学院, 上海 201620)

摘要: 利用1983年7月—2001年9月ISCCP D2云的月平均资料, 针对西北地区15种不同类型云的分布特征进行了分析, 给出了中、低云量之和以及高云量在3个气候子区的多年变化趋势, 初步探讨了其形成机制。结果表明: 水层云、冰层云、水雨层云、冰雨层云和深对流云的光学厚度和云水路径值最大; 水层云主要出现在天山山区、北疆地区和陕西南部, 冰层云主要出现在北疆地区、水雨层云、冰雨层云和深对流云以及水高层云、冰高层云、卷层云的云量高值区在天山—昆仑山—祁连山一带以及陕南和/或陇南地区, 因此上述地区也是有利于人工增水作业的地区。近20年中, 高云量在3个气候区都呈明显下降趋势, 中、低云量之和则呈上升趋势。西北地区云与天气系统之间可能存在这样一个过程: 地面气温的升高, 促使地面蒸发加剧, 从而导致中、低云量增多而使降水增多, 同时高云云量减少。

关键词: 中国西北地区; ISCCP D2系列云资料; 光学厚度; 云水路径

中图分类号: P426.5 **文献标识码:** A

1 引言

云作为地球气候系统的主要调制者, 它可以影响地球系统的水分循环、辐射收支、地球表面的温度以及气候变化的趋势, 因而云已成为当今地球科学领域的一个研究热点。中国西北地区占国土面积三分之一以上, 地形复杂, 气候差异甚大, 是气候研究的重要区域之一。但由于地域辽阔而站点稀少, 以往地面观测的总云量和低云量资料很有限, 因而限制了该地区云的研究。随着卫星技术及云反演技术的提高, 国际卫星云气候计划ISCCP(International Satellite Cloud Climatology Project)发布了其最新的D2数据集, 不仅提供了总云量和高、中、低云量资料, 还提供了15种具体类型云的云量以及云特性参量——光学厚度(optical thickness)和云水路径(water path)资料^[1], 为我们比较系统地、细致地研究西北地区的云量提供了条件。

目前水资源短缺已成为西北地区社会经济与生态建设发展的“瓶颈”问题, 据估计, 到2010年该地区年缺水水量将超过 $250 \times 10^8 \text{ m}^3$ ^[2]。但如果能够科

学地利用云催化技术, 那么可以增加5%~25%的降水量^[3]。这不仅需要了解总云量、高、中、低云量的情况, 还需要对具体类型的云进行研究, 因为同高度而类型不同的云, 其云量、光学厚度和云水路径可以有较大差别, 因而其云水可转化率也会有较大差别。因此, 本文将首先针对西北地区15种不同类型云的上述参量进行分析, 并把西北地区分为三个不同气候区进行比较, 以期能为空中云水资源的科学利用提供参考依据。

由于以往从气候学角度对云的研究主要集中在云量的时空分布特征方面^[4, 20], 而近年来由于全球变化研究的需要, 云对天气系统的相互作用问题愈来愈受到关注, 但目前的一些研究表明, 这种相互作用究竟如何仍在争议之中。例如, Lindzen等^[21]认为热带地区的云在全球气候系统中导致一个负反馈, Lin等^[22]对此提出了不同观点。但Lin等^[23]在另一项研究中也发现在北极地区云反馈对气候是一个负的效应。丁守国等^[24]通过对全球云量变化进行研究, 提出“云量变化可能对气候的反馈是一个正反馈过程”。可见, 云与天气系统的相互作用非

收稿日期: 2006-03-20; 改回日期: 2007-01-26

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(40633017); 国家科技攻关计划课题(2004BA907A16)共同资助

作者简介: 陈勇航(1965—), 女, 湖南人, 博士, 主要从事大气辐射与遥感研究。E-mail: yonghangchen@yahoo.com.cn

*: 通讯联系人

常复杂。我们认为除了由于不同研究方法导致结论有争议以外,不同研究区域可能有不同的相互作用机制存在,20世纪80年代以来西北地区气候由暖干向暖湿转型明显^[25],云在其中所起的作用如何?未来又会对于西北地区气候、环境变化趋势造成何种影响?这些问题的解决也有赖于云对气候影响问题的研究。为此,本文针对这一问题进行了初步探讨。

2 资料介绍

本文采用了1983年7月—2001年9月 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 分辨率的ISCCP D2月平均云气候资料。Rossow等^[4]的对比研究表明,ISCCP云量的资料与其它资料吻合较好,全球偏差在4%左右。不同作者^[15-18]也证明了ISCCP资料在中国地区的可用性。对于卫星观测来说,辐射定标的准确性是一大难题。卫星成像辐射仪最初的设计目的是用来观测典型天气条件下云外形变化图像的,所以没有精确的绝对定标。ISCCP加大了对定标的研究力度,从而对卫星的绝对定标进行了改进以满足下列工作的需要:(1)从测量的辐亮度值来反演物理量。(2)通过把25个不同辐射仪统一到一个定标标准,建成了—个长期的全球统一的资料集。在经过数据的再次处理后,短期尺度定标的相对系统误差,对于可见光(VIS)通道已经减小到 $\leq 3\%$,对于红外(IR)通道则减小到 $\leq 1\%$ 。对于这些辐射仪,ISCCP的定标是目前最完整、最连贯的一套定标,估计定标的相对不确定性,对于 $VIS \leq 5\%$,对于 $IR \leq 2\%$ ^[1]。

D2资料中的云是按照云顶气压和光学厚度进行分类的,云顶气压 >680 hPa的定义为低云,680~440 hPa为中云, <440 hPa为高云。然后根据光学厚度的不同把云分为9种具体云类,再把中云和低云中的各种具体云类分为水云和冰云,而高云则被认为全部是冰云,这样一来就把云分成了15种具体类型^[1]。本研究采用D2数据集是因为较之此前的C2数据集,D2数据集的准确性有了较大改进,给出了更详细、更准确的结果。D系列数据资料与以前的C系列不同,这是因为在辐射定标、阈值确定方面利用了新的方法,减少了误差,分析方法的主要改变大致有以下几个方面^[1]:

(1)校正了辐射定标,从而去除长期观测数据中的虚假变化和减少单个卫星观测数据中的偶然的较大偏离。

(2) 红外辐射的阈值从6K减小到4K,使得陆地卷云探测敏感度提高。

(3) 由于将可见光辐亮度阈值检测转为可见光反射率阈值检测,所以高纬地区和日出日落时所有纬度的低云探测敏感度都得到提高。

(4) 极地地区冰雪表面上的低云探测敏感度的提高,主要有以下几方面的原因:可见光辐亮度阈值从0.12减小到0.06;用反射率检测代替辐亮度检测;在 $3.7 \mu\text{m}$ 波长上进行新的阈值检测。

(5) 由于用多晶体微物理模型代替了水滴微物理模型,使得冷云(云顶温度 $<260\text{K}$)的光学厚度偏差和云顶气压偏差减小。

(6) 由于进行了 $3.7 \mu\text{m}$ 波长的附加检测,使得冰雪表面上云光学厚度的偏差减小。

(7) 由于考虑了IR通道的散射作用,云顶温度和压强的偏差得以减小。

(8) 由于对IR通道水汽的连续吸收用了新方法处理,因而地面温度和云顶温度误差得以减小。

3 云参量的分布特征

3.1 区域平均特征

西北地区的气候分区比较复杂,本文参照文献^[26-27]的分区法把西北地区划分为以下三个区域(图1):A区包括新疆、甘肃河西走廊中西段和内蒙古西部,为西风带气候区;B区包括青海省及祁连山区,为高原气候区;C区包括陕西、宁夏、甘肃河西走廊东段以东、青海东部,为亚洲季风影响

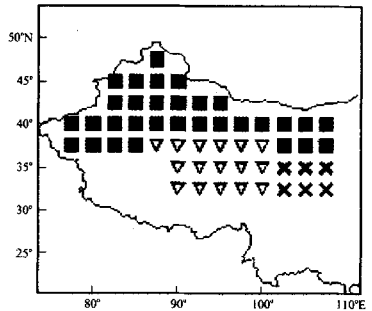


图1 西北地区分区示意图

■表示A区,▽表示B区,×表示C区

Fig. 1 The schematic diagram for three different subregions of northwestern China

区及其边缘区域。

从图2可看出,在各区15种云中,西北地区出现最多的是卷云,云量的区域平均值可达20%左右。其次是水积云和卷层云,云量的区域平均值在6.0%~12.3%范围内。出现最少的主要是冰层云、冰层积云和水层云,各区云量都在0.7%以下。

图3和图4给出了15种不同类型云的光学厚度和云水路径区域平均值。15种云中,水层云、冰层云、水雨层云、冰雨层云、深对流云的

和云水路径最大,区域平均值分别在34.7~45.4和240.3~437.9 g/m²范围内。这5种云云量总和在C区最大,其它两区远小于C区,A、B、C三区依次为4.4%,5.5%,11.8%。但其光学厚度平均值和云水路径平均值在其它两区却比C区大;其次,水层积云、冰层积云、水高层云、冰高层云和卷层云的光学厚度和云水路径区域平均值也相对较大,在5.7~9.6和38.5~111.1 g·m⁻²范围内;而水积云、冰积云、水高积云、冰高积云和卷云光

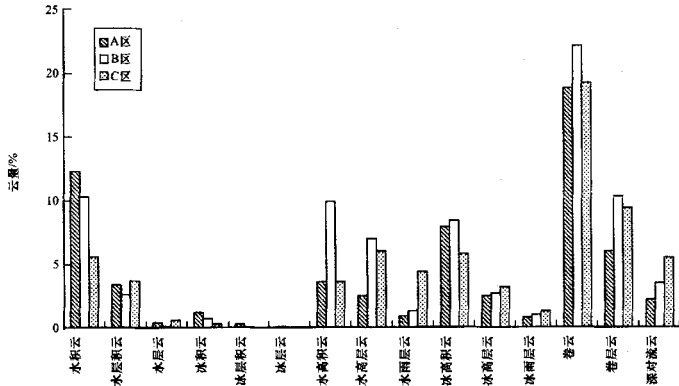


图2 A、B、C各区云量的区域平均情况

Fig. 2 The regional average of cloud amount over the regions A, B, C

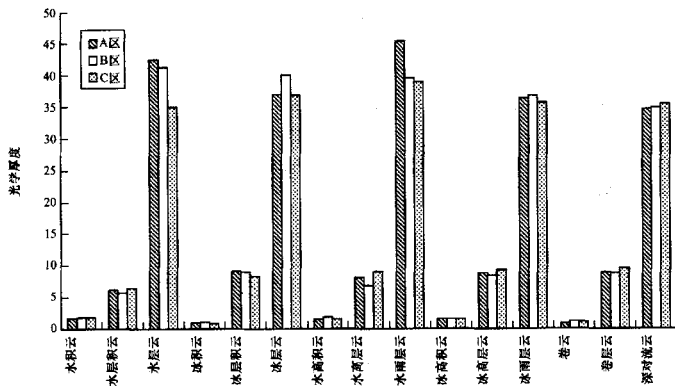


图3 A、B、C各区光学厚度的区域平均情况

Fig. 3 The regional averaged cloud optical thickness over the subregions A, B, C

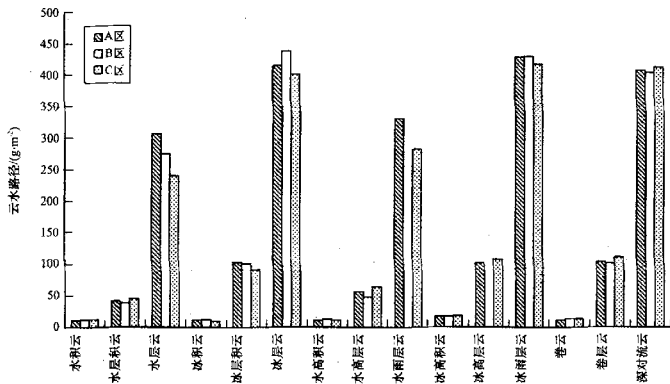


图4 A、B、C各区云水路径的区域平均情况

Fig. 4 The regional average of water path over the regions A, B, C

学厚度最小, 区域平均值仅在 $0.9 \sim 1.9$ 之间, 同时其含水量也最少, 云水路径区域平均值仅在 $9.7 \sim 17.6 \text{ g} \cdot \text{m}^{-2}$ 之间。

从3个不同气候区来看, 各种云的云量合计在高原区B区最大, 为80.0%, 其它两区明显少于高原区: C区为68.6%, A区为62.9%; B区也是水积云、冰积云、水高积云、冰高积云的云量总和最大的区域, 达29.3%, 而A区为25.0%, C区为15.4%, 也就是说, B区的积状云出现得最多。这是因为高原地区比非高原地区更易产生对流, 而且也与起伏的地形所引起的动力作用密切相关。另外, 光学厚度、云水路径较大同时云量也较多的云, 在C区有深对流云, 卷层云和水高层云, 这3种云的云量合计可达20.9%; B区有卷层云和水高层云, 这两种云的云量合计可达8.5%; A区只有卷层云, 其云量仅为6.0%。

3.2 多年平均空间分布特征

从15种云多年平均分布图来看, 西北地区大多数云量的高值区出现在天山山区、北疆地区、陕西南部和青藏高原的部分地区。其中水层云主要出现在天山山区、北疆地区和陕西南部; 冰层云则主要出现在北疆北部, 在其它地区云量极低; 光学厚度和云水路径最大的水雨层云、冰雨层云、深对流云及光学厚度和云水路径相对较大的水高层云、冰高层云、卷层云的云量虽然在量值上并不相同, 但分布形式却很相似: 即沿着天山—昆仑山—祁连山一带以及陕南(和陇南)地区是这些云的高值

区, 低值区在塔里木盆地—内蒙古西部戈壁沙漠—黄土高原西北部一带。深对流云的分布形式如图5所示, 卷层云与其类似。水高层云的分布形式如图6所示, 水雨层云、冰雨层云、冰高层云与其类似。在西北地区上述云的高值区具有沿山脉分布的特征, 这与山脉的迎风坡的气流抬升作用而容易成云有关。

上述研究表明, 水层云、冰层云、水雨层云、冰雨层云和深对流云的光学厚度和云水路径最大。水层云主要出现在天山山区、北疆地区和陕西南部, 冰层云主要出现在北疆地区, 水雨层云、冰雨层云和深对流云以及水高层云、冰高层云、卷层云云量的高值区在天山—昆仑山—祁连山一带以及陕南(和陇南)地区, 因此这些地区也是有利于人工增水作业的地区。

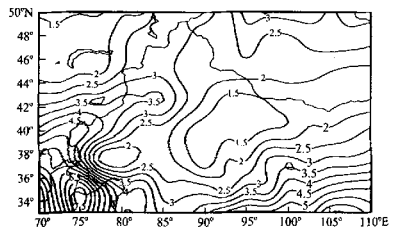


图5 深对流云云量多年平均分布

Fig. 5 Distribution of cloud amount of deep convective cloud

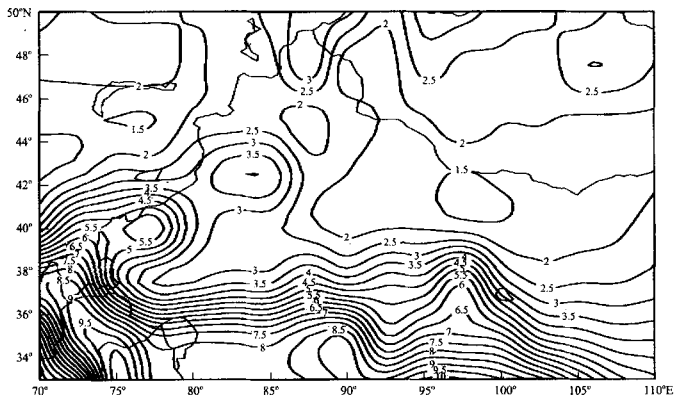


图 6 水高层云云量多年平均分布

Fig. 6 Distribution of cloud amount of liquid altostratus cloud

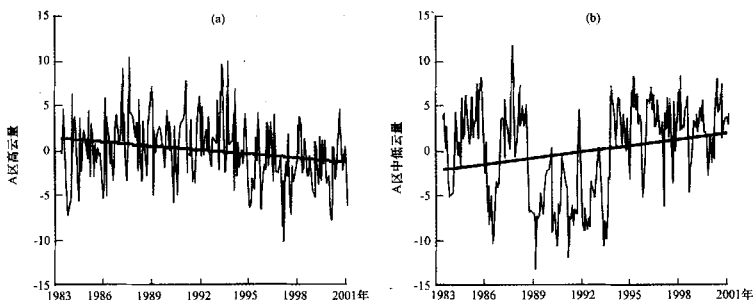


图 7 A 区高(a)、中低(b)云量多年变化趋势

Fig. 7 Variation trends of cloud amount of high(a) and low-middle(b) level clouds over region

A from July 1983 to September 2001

4 云的多年变化趋势

在众多的云参数中,云量的多寡最直观地反映了区域天气和气候的特征。由于云量变化对气温、降水、日照、辐射及蒸发等的变化很敏感,因而本文试图通过分析西北 3 个不同气候区云量的多年变化趋势来探讨云对西北地区气候的可能影响。需要指出的是:由于 ISCCP 定义的低云云顶气压在 680 hPa 以上,而高山地区一般海拔在 2000~3000 m 以上,680 hPa 及以下高度均在地下,因而造成

ISCCP 资料在高山地区和青藏高原上低云量很少或不存在;而 ISCCP 定义的中云,特别是云层比较厚的中云大多属于地面观测中的低层云,所以下面我们把中低云云量合并在一起来分析。

我们对 1983 年 7 月—2001 年 9 月的云量月距平值进行了线性拟合的趋势分析(图 7),并对拟合趋势做了显著性检验。可以看到:A 区,高云量呈明显下降趋势,下降幅度达 21.9%,其拟合回归方程为 $y = -0.152x + 302.87$ 。中低云量之和呈上升趋势,上升幅度达 16.3%,其拟合回归方程为 $y = 0.2354x - 469.03$;B 区,高云量下降也较明显,下

降幅度达 12.4%，其拟合回归方程为 $y = -0.152x + 302.87$ 。该区中低云量之和的上升趋势在 3 个气候区中最明显，上升幅度达到 30.1%，其拟合回归方程为 $y = 0.3023x - 602.37$ (图略)；C 区，高云量下降趋势在 3 个气候区中最明显，达 31.5%，其拟合回归方程为 $y = -0.3216x + 640.89$ ，中低云量之和也呈较明显上升趋势，上升幅度为 19.3%，其拟合回归方程为 $y = 0.27x - 538.08$ (图略)。对上述线性拟合趋势做了显著性检验，检验结果表明，所有 Pearson 相关系数都通过了 0.05 的显著性水平检验，从而说明上述线性拟合的趋势是可信的。

5 结论与讨论

通过上述分析，得到如下结论：

(1) 水层云、冰层云、水雨层云、冰雨层云 and 深对流云的光学厚度和云水路径值最大；水层云主要出现在天山山区、北疆地区和陕西南部，冰层云主要出现在北疆地区，水雨层云、冰雨层云和深对流云以及水高层云、冰高层云、卷层云的云量高值区在天山—昆仑山—祁连山一带以及陕南和/或陇南地区。因此，上述地区也是有利于人工增水作业的地区。

(2) 近 20 年中，高云量在 3 个气候子区都呈明显下降趋势，中低云量之和则呈上升趋势。

(3) 西北地区云与地气系统之间可能存在这样一个过程：地面气温的升高，促使地面蒸发加剧，从而导致中低云量增多而使降水增多，同时高云云量减少。

由于云参的多种正、负反馈过程相互影响，致使云与气候的关系非常复杂。从全球范围来说，虽然人们已认识到云的变化对气候有重大影响，但目前对其影响机制的研究非常有限，所得结果存在很大的不确定性，这主要是因为长期以来缺少可靠的可以用于分析研究的数据所致。虽然近年来出现了一些对云反馈机制的讨论，但依然存在很大争议。例如，Del Genio 等^[28]利用 ARM (Atmospheric Radiation Measurement) 的地基和卫星观测资料，对美国南部大平原地区进行过研究，发现夏季低云的云水路径值随温度增加而减少，但他们的结果与 Feigelson^[29]的前苏联飞机观测的结果很不相同，前苏联的结果是云水路径值随温度增加而增加。丁守国等^[24]的研究结果表明：1983 年 7 月—2001 年 9 月期间全球平均总云量总的变化趋势为减少，但在 1987 年以前总云量稍有增加，此后转为减少，减

少量约占全球平均云量的 4%。其中，低云和高云云量呈减少态势，而中云量稍有增加。从云量变化趋势在全球的分布来看，存在较大的区域差异，不同云量变化趋势具有显著的区域性。他们根据初步分析指出，在全球增温的气候背景下，云量的变化对当前气候可能是一个正反馈过程，即近年来云量的减少可能促使全球气候更加趋于变暖^[11]。

施雅风等^[22]研究指出，20 世纪 80 年代后，尤其是 90 年代，西北部分地区气候出现由暖干向暖湿转型的强劲信号。王绍武等^[20]、李栋梁等^[31]的研究也表明，近 20 年西北地区气温增加、降水增多。我们已经知道云在气候的形成和变化中起重要作用，云的变化必然引起大气和地球表面辐射平衡的变化，从而影响气候，因此研究西北地区云的多年变化趋势对进一步了解西北地区的增温增湿效应有一定的意义。那么，西北地区云量的变化与这一增温增湿过程会有什么联系呢？从本文的研究结果来看，西北地区近 20 年来云量的多年变化趋势是：高云量在各区都呈明显下降趋势，中低云量之和则呈明显上升趋势。那么，造成这种现象的机制会是什么呢？我们认为在西北地区地气系统中可能存在这样一个过程：地面气温的升高促使地面蒸发加剧，蒸发加剧可以导致由蒸发进入大气的水分增多，从而使中低云量增多，而中、低云量的增多有利于降水增多，这很可能是近 20 年来西北地区增湿的原因之一。同时，由于中、低云量变为降水的机会增多，这就使得其抬升转变成高云的机会减少，这又可能是近 20 年来西北地区高云云量减少的原因之一。

国际上为了探讨云量与气温的关系，Lindzen 等^[21]曾利用日本的 GMS 卫星资料发现，在热带西太平洋高云云量随着云下海面气温的增加而减少，他们通过辐射对流模式计算，认为高云对海温 (SST) 的响应是一个负反馈，反馈因子在 $-0.55 \sim -1.10$ 之间。但 Lin 等^[22]通过分析热带降水测量计划 (Tropical Rainfall Measuring Mission) 的云资料 and 云与地球辐射能量系统 (Clouds and Earth's Radiant Energy System) 的观测资料，对此提出质疑，他们认为在高云与地表温度之间有一个弱的正反馈，反馈因子在 $0.05 \sim 0.10$ 之间。据 Chou^[32]的分析，这种结论的差异是由于区域不同，因而在反照率上导致较大差异，在射出长波辐射上也有较小差异，结果造成各自结论的不同。可见，云量对气候的反馈作用非常复杂，加上在有冰雪覆盖的区域卫

星反演的云参数的准确性也不够,因此在云量与气候的关系方面还有待利用更多的资料进行更深入的研究。

致谢: 本文的 ISCCP D2 资料来自美国 NASA 的 Langley Distributed Active Archive Center, 在使用过程中曾得到 Atmospheric Sciences Data Center 的 User and Data Services 有关人员的帮助; 本文曾得到陈长和教授的关心和建设, 在此一并表示感谢!

参考文献

- Rossow W B, R A Schiffer. Advances in Understanding Clouds from ISCCP[J]. Bull Amer Meteor Soc, 1999, 80(11): 2261-2287
- 林奇胜, 刘洪萍, 张安录. 论我国西北干旱地区水资源持续利用[J]. 地理与地理信息科学, 2003, 19(3): 54-58
- 温克刚. 加强空中水资源的开发利用[J]. 建设科技, 2003; 5: 14
- Rossow W B, A W Walker, L C Garder. Comparison of ISCCP and other cloud amounts[J]. J Climate, 1993, 6: 2394-2418
- Rossow W B, C Delo, B Cairns. Implication of the observed mesoscale variations of clouds for the Earth's radiation budget[J]. J Climate, 2002, 15: 557-585
- Weare B C. Near-global observations of low clouds[J]. J Climate, 2000, 13: 1255-1268
- Hatzianastassiou N, N Cleridou, I Vardavas. Polar cloud climatologies from ISCCP C2 and D2 datasets[J]. J Climate, 2001, 14: 3851-3862
- Kaiser D P. Decreasing cloudiness over China! An updated analysis examining additional variables[J]. Geophys Res Lett, 2000, 27: 2193-2196
- Sun B, P Ya Groisman. Cloudness variations over the former Soviet Union[J]. Int J Climatol, 2000, 20: 1097-1111
- 刘洪利, 朱文琴, 宣树华, 等. 中国地区云的气候特征分析[J]. 气象学报, 2003, 61(4): 466-473
- 宣树华, 刘洪利, 李雄亮, 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
- 刘瑞霞, 刘玉洁, 杜秉玉, 等. 中国云气候特征的分析[J]. 应用气象学报, 2004, 15(4): 468-476
- 王可丽, 江源, 陈世强. 青藏高原地区的总云量—地面观测、卫星反演和同化资料的对比分析[J]. 高原气象, 2001, 20(3): 252-257
- 魏勇, 钟强. 青藏高原云的气候学特征[J]. 高原气象, 1997, 16(1): 10-15
- 翁尧明, 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): 33-37
- 陈勇航, 黄建平, 陈长和, 等. 中国西北地区云水资源的时空分布特征[J]. 高原气象, 2005, 24(6): 905-912
- 陈勇航, 黄建平, 王天河, 等. 西北地区不同类型云的时空分布及其与降水的关系[J]. 应用气象学报, 2005, 16(6): 717-727
- 陈少勇, 董安祥. 祁连山区低云量的气候变化与异常研究[J]. 高原气象, 2006, 25(3): 545-548
- 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
- 陈楠, 赵光平, 陈晓光. 近 40 年宁夏云量和气候年际变化的相关分析[J]. 高原气象, 2006, 25(6): 1176-1183
- Lindzen R S, Chou Ming-Dah, Hou A Y. Does the earth have an adaptive infrared iris? [J]. Bull Amer Meteor Soc, 2001, 82(3): 417-432
- Lin Bing, B Wielicki, L Chambers, et al. The Iris hypothesis: A negative or positive cloud feedback[J]. J Climate, 2002, 15: 3-7
- Lin Bing, P Minnis, A Fan. Cloud liquid water path variations with temperature observed during the Surface Heat Budget of the Arctic Ocean (SHEBA) experiment[J]. J Geophys Res, 2003, 108(D14): 4427-4435
- 丁守国, 石广玉, 赵春生. 利用 ISCCP D2 资料分析近 20 年全球不同云类云量的变化及其对气候的可能影响[J]. 科学通报, 2004, 49(11): 1105-1111
- 施雅风, 沈永平, 胡汝敏. 西北气候由暖干向暖湿转型的信号、影响和前景初步探讨[J]. 冰川冻土, 2002, 24(3): 219-226
- 谢金南主编. 中国西北干旱气候变化与预测研究(第一卷)[M]. 北京: 气象出版社, 2000: (1): 1-8
- 宋连春, 张存杰. 20 世纪西北地区降水量变化特征[J]. 冰川冻土, 2003, 25(2): 143-148
- Del Genio A D, A B Wolf. The temperature dependence of the liquid water path of low clouds in the Southern Great Plains[J]. J Climate, 2000, 13: 3465-3486
- Feigelson E M. Preliminary radiation model of a cloudy atmosphere: Part 1. Structure of clouds and solar radiation[J]. Beitr Phys Atmos, 1978, 51: 203-229
- 王绍武, 蔡静宁, 朱锦红. 中国气候变化的研究[J]. 气候与环境研究, 2002, 7(2): 137-145
- 李栋梁. 中国西北地区年平均气温的气候特征及异常研究[C]//刘晓东主编. 中国西部区域气候变化及相关问题的研究. 中国科学院兰州高原大气物理研究所青年气候学论文集(1993-1994)
- Chou Ming-Dah, R S Lindzen, A Hou Y. Comments on the iris hypothesis: A negative or positive cloud feedback[J]. J Climate, 2002, 15: 2713-2715

Distribution and Variation Trend of Cloud over Northwestern China

CHEN Yong-hang^{1,2}, CHEN Yan¹, HUANG Jian-ping^{1*}, ZHENG Zhi-hai¹,
SU Jing¹, HUANG He¹

1. College of Atmospheric Sciences, Lanzhou University, Lanzhou 730000, China;

2. College of Environmental Science and Engineering, Donghua University, Shanghai 201620, China)

Abstract: Using the monthly mean data of ISCCP D2 and NCEP/NCAR from July 1983 to September 2001, the distribution of 15 different cloud types in three climatic subregions in Northwestern China were analyzed. Also the trend of cloud amount and their possible formation process were discussed. The results show that the optical thickness and water path of liquid stratus, ice stratus, liquid nimbostratus, ice nimbostratus and deep convective clouds are the highest. Liquid stratus mainly occurs over Tianshan Mountains, Northern Xinjiang and Southern Shanxi and ice stratus mostly occurs over Northern Xinjiang. Liquid nimbostratus, ice nimbostratus and deep convective cloud, and also liquid altostratus, ice altostratus and cirrostratus, with values of optical thickness and water path at the second highest level, have a similar distribution. Their high value areas are over Tianshan Mountains, Kunlun Mountains, Qilian Mountains, Southern Shanxi and Southern Gansu. Therefore, those regions have advantage for artificially enhanced precipitation. During the nearly 20 year periods, the trend of the high-level cloud amount significantly decreased while low-middle-level cloud amounts increased in all of the three climatic regions. Such a process probably exists between the cloud and earth-atmospheric system in northwestern China that the increase of surface temperature enhances evaporation, thus causing the increase of the low-middle-level cloud amounts and leading to precipitation to increase and the high-level cloud amount to decrease.

Key words: Northwestern China; ISCCP D2 cloud data; Cloud optical thickness; Cloud water path