

Temporal and Spatial Distributions of Cloud in China Region in Recent 60 Years

Min Wang^{1,2}, Chun Hu^{1,2*}, Fuyan Zhao^{1,2}, Jie Wang^{1,2}

¹Sichuan Meteorological Observation and Data Centre, Chengdu Sichuan

²Heavy Rain and Drought & Flood Disasters in Plateau and Basin Key Laboratory of Sichuan Province, Chengdu Sichuan

Email: 327058748@qq.com, *349430433@qq.com

Received: Mar. 2nd, 2019; accepted: Mar. 13th, 2019; published: Mar. 20th, 2019

Abstract

The characteristics such as temporal and spatial distributions, variation tendency of total cloud cover and cloud form are analyzed, using the hourly cloud data at 756 observation stations in China region during the period from 1951 to 2010. The results show that the annual mean of total cloud cover is excessive in south and few in north, also most in east Sichuan and midwest Guizhou. It can be also found that the frequency of high cloud is low in south and high in north. But the opposite is existent about the frequency of low cloud. And the highest and lowest frequency of middle cloud appears in south. Additionally, the cloud cover and cloud form have obvious seasonal variations. From winter to spring, the cloud cover increases, with the increasing of the frequency of cloud form. And it continues to increase from summer to spring, with the further increasing of the frequency of cloud form. But it reduces from summer to autumn, with the reducing of the frequency of cloud form. At the same time, the total cloud cover decreases in the 60 years.

Keywords

China Region, Total Cloud Cover, Cloud Form, Seasonal Distribution, Variation Tendency

近60年中国地区云的时空分布特征

王敏^{1,2}, 胡春^{1,2*}, 赵福燕^{1,2}, 王杰^{1,2}

¹四川省气象探测数据中心, 四川 成都

²高原与盆地暴雨旱涝灾害四川省重点实验室, 四川 成都

Email: 327058748@qq.com, *349430433@qq.com

收稿日期: 2019年3月2日; 录用日期: 2019年3月13日; 发布日期: 2019年3月20日

*通讯作者。

摘要

利用中国地区756个测站1951~2010年地面观测总云量和云状的定时值资料, 分析了中国地区总云量、云状的时空分布以及变化趋势等特征。结果表明: 中国地区年平均总云量分布呈“南多北少”型, 四川东部、贵州中西部是多云中心; 高云频率分布呈“南低北高”的特点, 而低云则为“南高北低”型, 中云频率的高、低值中心都位于我国南方; 云量和云状变化具有明显的季节特征, 由冬到春, 云量增加, 云状频率增大, 由春到夏, 云量继续增加, 频率进一步增大, 而由夏到秋, 云量减少, 频率减小; 年平均总云量在中国大部分地区呈减少趋势。

关键词

中国地区, 总云量, 云状, 季节分布, 变化趋势

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

云, 是表征天气气候特点的重要要素之一, 也是大气动力、大气热力、水分输送过程综合作用的外在表征, 对于天气及其变化有先兆作用, 对于气候变化研究有内在联系。云会严重地影响总辐射、反照率和有效辐射, 会影响大气和下垫面的辐射平衡, 因而也会影响到大气热状况和大气环流性质。近年来, 一些学者利用地面观测云资料和卫星遥感资料分别对全球、中国地区、西北地区、西南地区和青藏高原等地区云的气候特征作了对比分析。丁守国等[1]对全球总云量变化趋势进行了分析, 结果表明, 平均大气环流决定总云量的分布, 全球平均云量呈减少的变化趋势, 同时, 云量的变化存在区域差异。刘洪利等[2]对比分析了 ISCCP 的 D2 资料和地面测站云资料, 发现二者总云量的整体分布和气候变化都比较一致, 但定量上略有差别尤其是中国北方地区差别较大。陈勇航等[3]对中国西北地区云的分布及其变化趋势进行了分析, 得出近 20 年中, 高云呈明显下降趋势, 中、低云量之和呈上升趋势。张琪等[4]分析了近 46 年西南地区云量的时空变化特征, 结果表明, 西南地区云量有明显的季节特征, 总云量和低云量均呈减少趋势, 并存在较明显的准 8 年周期变化。并且, 对我国青藏高原、祁连山等地区的云量变化以及气候变化机理也作了详细的分析[5]-[11]。

由于以上对云的研究主要集中在云量的时空分布特征方面, 并且所用历史资料的时间短、区域性强。为此, 本文利用中国地区 756 个测站 1951~2010 年地面观测总云量和云状的定时值资料, 对中国地区总云量和云状空间分布、季节变化特征和年际变化趋势等进行分析, 认识中国地区空中云水分布和变化, 为评估空中云水资源状况、揭示中国地区气候变化异常的机理提供科学依据。

2. 资料选取与分析方法

采用中国气象局提供的我国 756 个地面气象基本、基准站(图 1) 1951~2010 年地面观测总云量和云状的定时值资料。将全部天空分为十成, 云量是指云遮盖天空视野的成数, 0 代表没有云, 10 代表满天云, 云量的范围为 0~10。云状按照云底高度进行分类, 将云状分为 3 族, 高云、中云和低云。累年统计值由历年统计值累计平均求取, 历年统计值由该年各月统计值累计平均求取, 历年各月平均值由该月各日平

均值求取。总云量的时间变化分析采用趋势分析方法。



Figure 1. The distribution of 756 observation stations in China region
图 1. 中国地区 756 个测站分布

3. 中国地区总云量特征

3.1. 累年平均总云量的分布

从累年平均总云量分布图(图 2), 可以看出: 中国地区总云量分布呈“南多北少”的特点, 是我国南湿北干气候的表征之一。年平均总云量的多云中心区位于四川东部和贵州中西部, 年平均总云量在 8~9 成之间, 四川的成都常年多阴沉天气, 这是由于该地区复杂的地形和大气环流所致; 年平均总云量的少云中心区位于内蒙古中部地区和青藏高原西部地区, 该区域的年平均总云量在 3~4 成之间。然而在北方地区存在相对局部多云区, 南方地区同样也存在相对局部少云区, 这是由于这些地区特殊的地形所致。

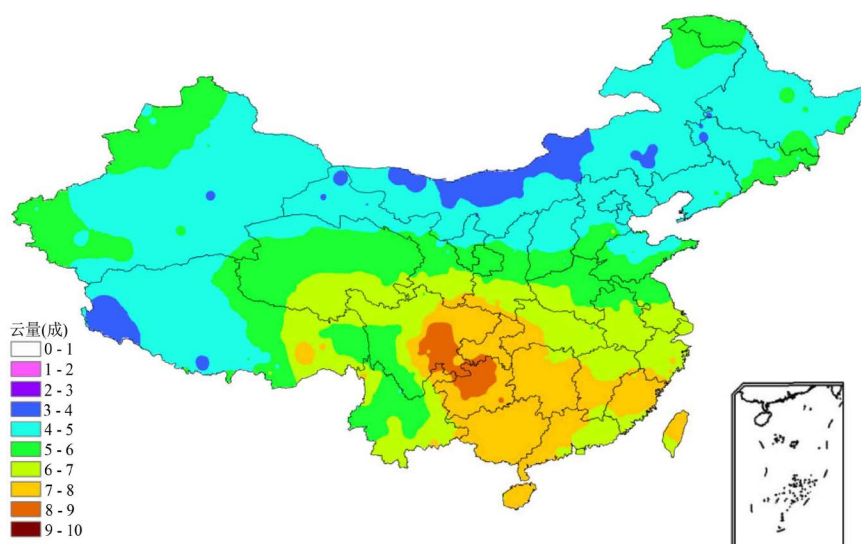


Figure 2. The distribution of the annual mean of total cloud cover
图 2. 累年平均总云量分布

3.2. 总云量的季节分布

为了分析中国地区不同季节总云量的空间分布，分别选取四季有代表性的1月、4月、7月和10月进行讨论。

图3是中国地区不同季节总云量的空间分布，冬季(1月，图3(a))，中国地区总云量分布具有“南多北少”的特征，四川东部、重庆、贵州交界地区为总云量高值区域，总云量在8~9成之间；而在川西高原南部到云南西北部地区是一片少云带，最少区域在川云交界处，另外位于东北西部、内蒙古和西藏的南部地区，年平均总云量在3成以下，局部地区云量不足2成。春季(4月，图3(b))，与冬季相比较而言，北方地区以及冬季南方的少云区域的云量显著增加，少云区域大约有2成的增幅，而多云区域范围往东南方扩大。夏季(7月，图3(c))，整体上总云量在春季的基础上继续增加，与冬季相比总云量的最大值区域中心往西南方移动，位于川西高原和云南西南部地区，云南西南部地区总云量达到9成以上。秋季(10月，图3(d))，北方地区的总云量较春、夏季有明显的减少，北方大部分地区是秋高气爽、天高云淡的天气，而总云量最大值区域又回到四川东部和贵州西北部地区，云量最多达到9成以上。

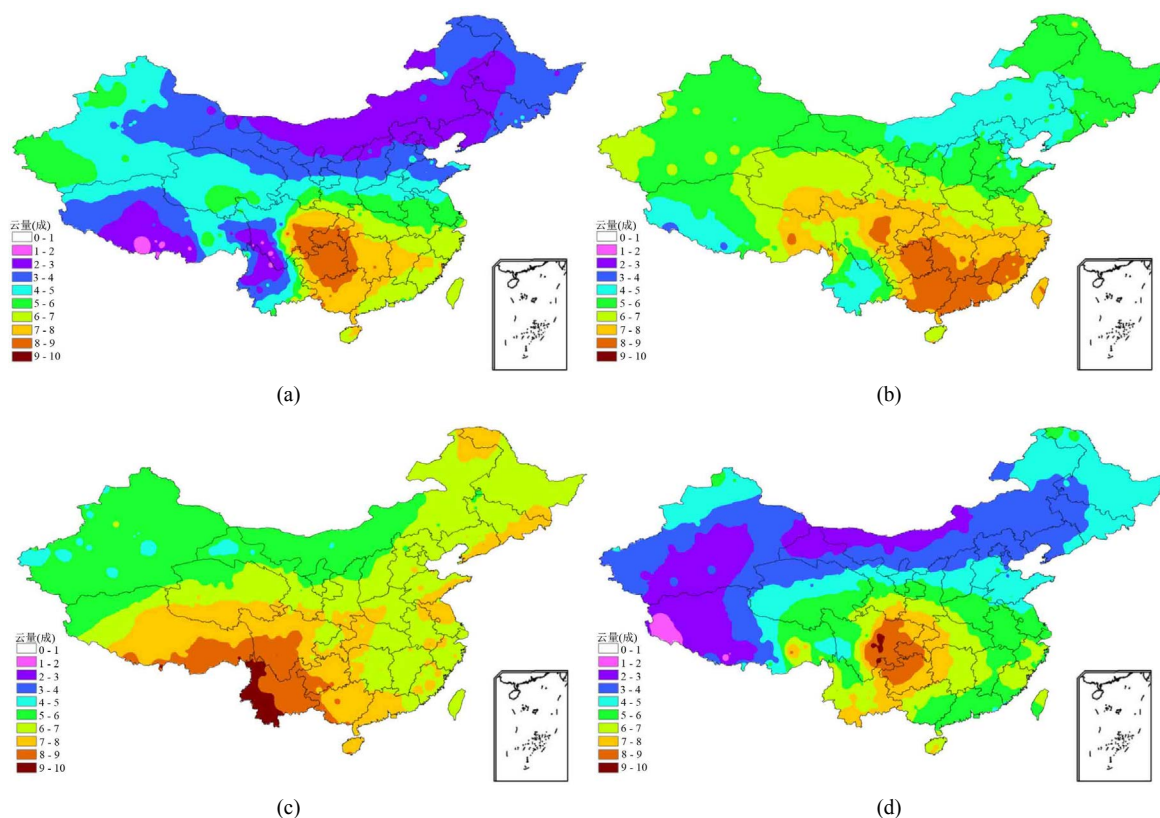


Figure 3. The distribution of total cloud cover in China region. (a) January; (b) April; (c) July; (d) October

图3. 中国地区总云量分布。(a) 1月；(b) 4月；(c) 7月；(d) 10月

上述分析表明，虽然不同季节总云量的空间分布和年平均总云量的分布整体上呈“南多北少”的特点是一致的，但是具有明显的季节变化。总云量高值中心区域分布冬、秋季是一致的，而春、夏季分布结构相反。

3.3. 总云量的时间演变特征

图4是1951年到2010年中国地区总云量的时间变化曲线，由图4可以看出，中国地区总云量具有

明显的年际变化，但整体上呈下降趋势。20 世纪 50 年代初，中国地区总云量迅速增加，到 1954 年达到 6.1 成，成为历年总云量的最大值，1964 年达到同期最高值为 6.0 成，之后波动减少，1992 年总云量减少到最低，只有 5.25 成，在 1977 年以前，总云量减少趋势不大，但在 1977~1995 年之间，总云量减少明显，20 年间总云量减少了大约 0.5 成，1995~2010 年，总云量有轻微的上升趋势，尤其是最后几年，趋势明显，在 2010 年的时候，中国地区总云量达到 5.7 成。

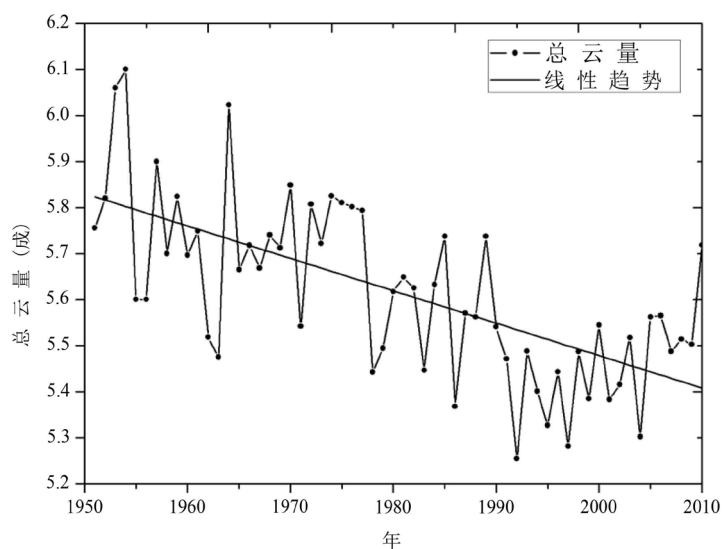


Figure 4. Temporal variation of total cloud cover in China region from 1951 to 2010

图 4. 1951~2010 年中国地区总云量的时间变化

图 5 为中国地区 1951~2010 年总云量的年际变化趋势分布，图例代表值为正，表示云量增加；反之，表示云量减少。从图中可以看出，中国大部分地区总云量是减少的，其速度主要集中在 $-0.1\sim 0$ 成/10a，而位于西藏南部的局部区域速度达到了 -0.4 成/10a，东北和西藏西部地区的速度为 $-0.2\sim -0.1$ 成/10a；总云量的增加主要发生在我国新疆地区，其次是甘肃、宁夏和内蒙古交界地区以及北京、天津和河北交界地区，其速度大部分在 0.1 成/10a 以下，只有个别地区在 0.1~0.2 成/10a 之间。

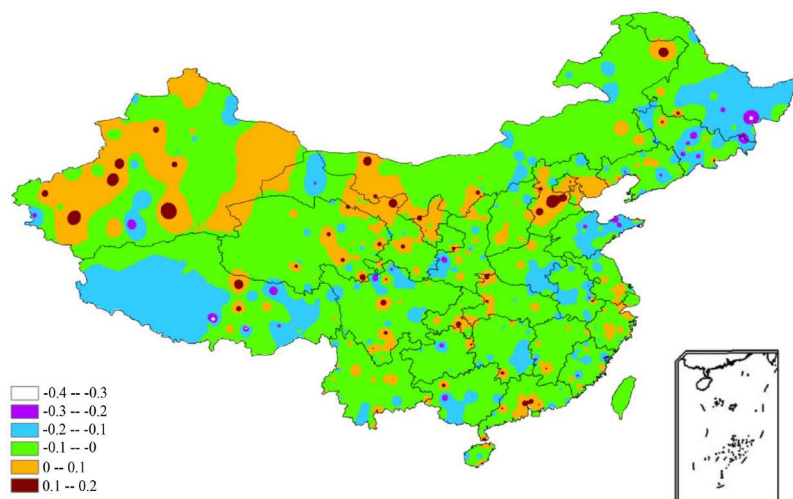


Figure 5. Space distribution of the interannual variation trend of total cover in China region. Unit: ten percent per ten years

图 5. 中国地区总云量年际变化趋势空间分布(成/10 年)

4. 中国地区云状分布特征

4.1. 累年云状的空间分布

图 6 为中国地区云状频率分布图,从高云频率分布(图 6(a))可以看出,中国地区高云频率分布呈现“南低北高”的特点,频率高值中心位于我国西北部干旱地区,最大值达到 90%,而低值中心则位于四川东部地区,最低值不到 10%,西藏东南部是频率次低的地区。中云频率分布(图 6(b))可以看出,中国地区年平均中云频率高、低值中心都位于我国南方地区,高值中心位于四川东部、陕西南部以及湖北大部分地区,其最大值达到 90%,而低值中心则位于西藏南部地区,其最低值不到 10%;以频率高值区域为中心,中云频率往四周逐渐减小,而低值中心周围频率则逐渐增大。低云频率分布(图 6(c))可以看出,中国地区低云频率分布呈现“南高北低”的特点,青藏高原、云贵高原以及海南、广东广西福建沿海地区是年平均低云频率的高值中心,频率达到 90%,而低值中心则位于新疆南部地区,甘肃北部、陕西中部以及河北山东边界是频率次低的地区。

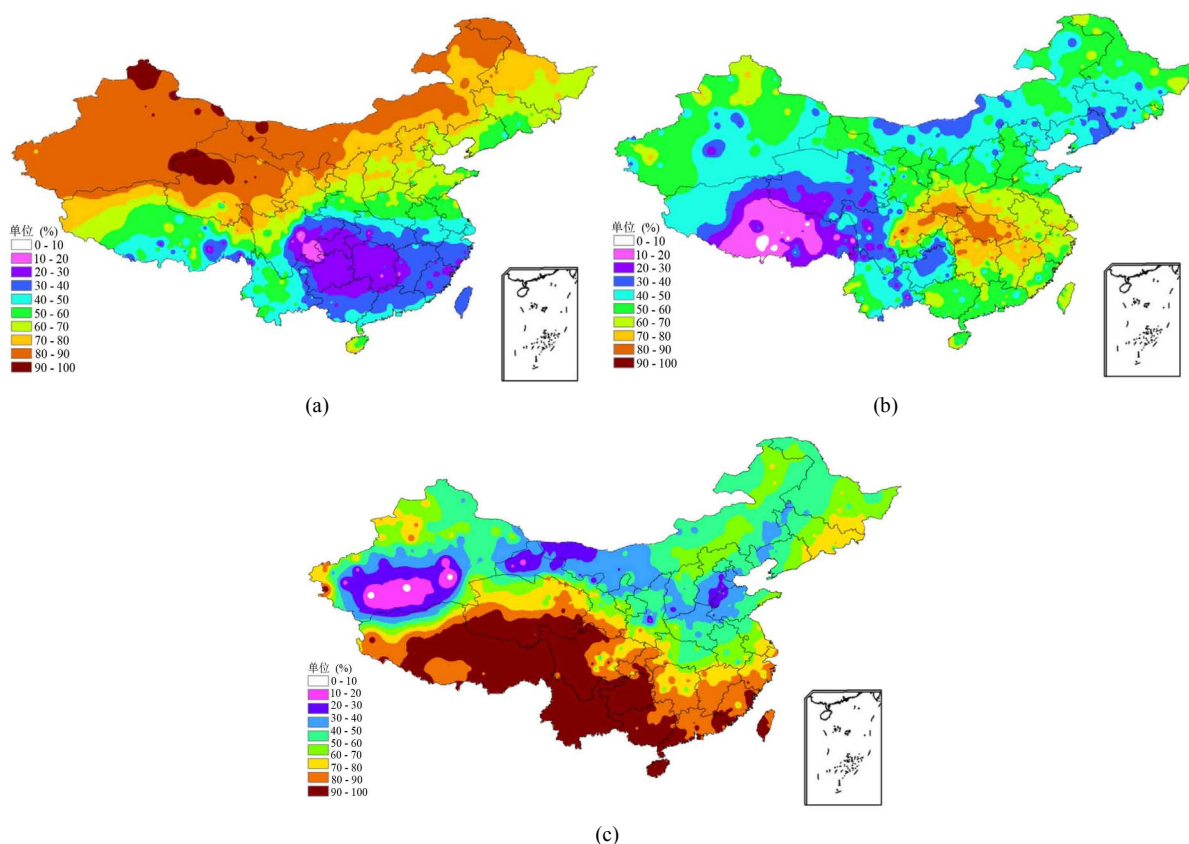


Figure 6. The distribution of frequency of cloud form in China region. (a) High cloud; (b) Middle cloud; (c) Low cloud
图 6. 中国地区云状频率分布。(a) 高云; (b) 中云; (c) 低云

4.2. 云状的季节分布

4.2.1. 高云

图 7 是中国地区不同季节高云频率分布图,可以看出,四季高云频率分布具有“南低北高”的特征,冬季(1月,图 7(a)),在青海北部、新疆南部以及北方局部地区,高云频率达到最大值,在 90%以上,长江以南的广大地区是高云频率低值区域,最小值不到 10%。春季(4月,图 7(b)),与冬季相比,高云频率

增大, 低值中心范围缩小, 位于广西东北部、湖南南部和广东西北部交界地区, 最小值为在 10%~20% 之间, 而高值中心由新疆南部往北移动, 并且由青海北部扩大至甘肃、内蒙古地区, 其值达到 90% 以上。夏季(7 月, 图 7(c)), 高云频率继续增大, 而高、低值中心范围同时缩小, 高值中心位于我国新疆北部、内蒙古北部以及海南、广东南部地区, 而低值中心则位于四川东部以及西藏东部地区, 以低值区域为中心, 高云频率往南北方向呈纬向逐渐增大。秋季(10 月, 图 7(d)), 高云频率减小, 南方地区频率减幅明显, 高达 50%, 低值中心位于四川东部和贵州北部地区, 而高值中心则位于青海西北部和新疆北部地区。

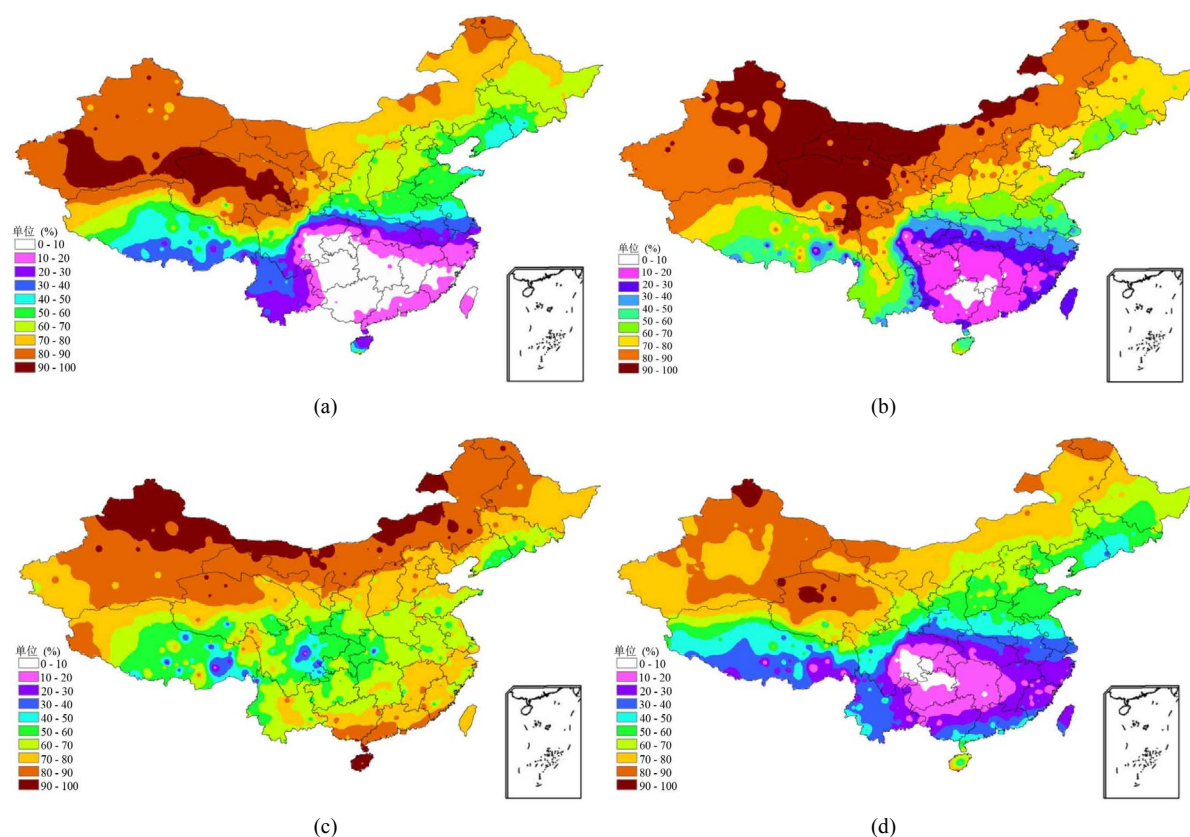


Figure 7. The distribution of frequency of high cloud in China region. (a) January; (b) April; (c) July; (d) October
图 7. 中国地区高云频率分布。(a) 1 月; (b) 4 月; (c) 7 月; (d) 10 月

4.2.2. 中云

图 8 是中国地区不同季节中云频率分布图, 可以看出, 四季中云频率的高、低值和年平均中云频率的分布整体上是一致的, 冬季(1 月, 图 8(a)), 在四川东部、陕西南部、湖北、湖南以及江西的局部地区为中云频率高值中心, 频率值在 80% 以上, 西藏东部以及四川西部为低值中心, 频率值不到 10%。春季(4 月, 图 8(b)), 与冬季相比, 中云频率增大, 增幅最明显的是西南地区, 其次是东北地区, 低值中心范围缩小, 而高值中心范围增大。夏季(7 月, 图 8(c)), 中云频率继续增大, 增幅最大的是西北地区, 低值中心范围进一步缩小, 高值中心范围则进一步增大, 如新疆西北部、东北的局部地区出现小范围的高值区域。秋季(10 月, 图 8(d)), 中云频率减小, 西北地区减幅最明显, 高达 40%。

4.2.3. 低云

图 9 是中国地区不同季节低云频率分布图, 可以看出, 四季低云频率分布具有“南高北低”的特征, 和年平均低云频率的分布整体上是一致的; 同样的, 低云频率分布具有明显的季节特征, 由冬到春, 频

率增大，由春到夏，频率继续增大，而由夏到秋，频率减小。夏季(图 9(c))，低云频率最小值超过 30%，而在全国绝大部分地区，低云频率在 90%以上。

以上对三族云分布的季节变化特征分析，表明了：由冬到春，云状频率增大，由春到夏，云状频率进一步增大，而由夏到秋，云状频率减小。

5. 结论和讨论

通过对中国地区总云量、云状的分布特征以及变化趋势的分析，得到如下主要结论：

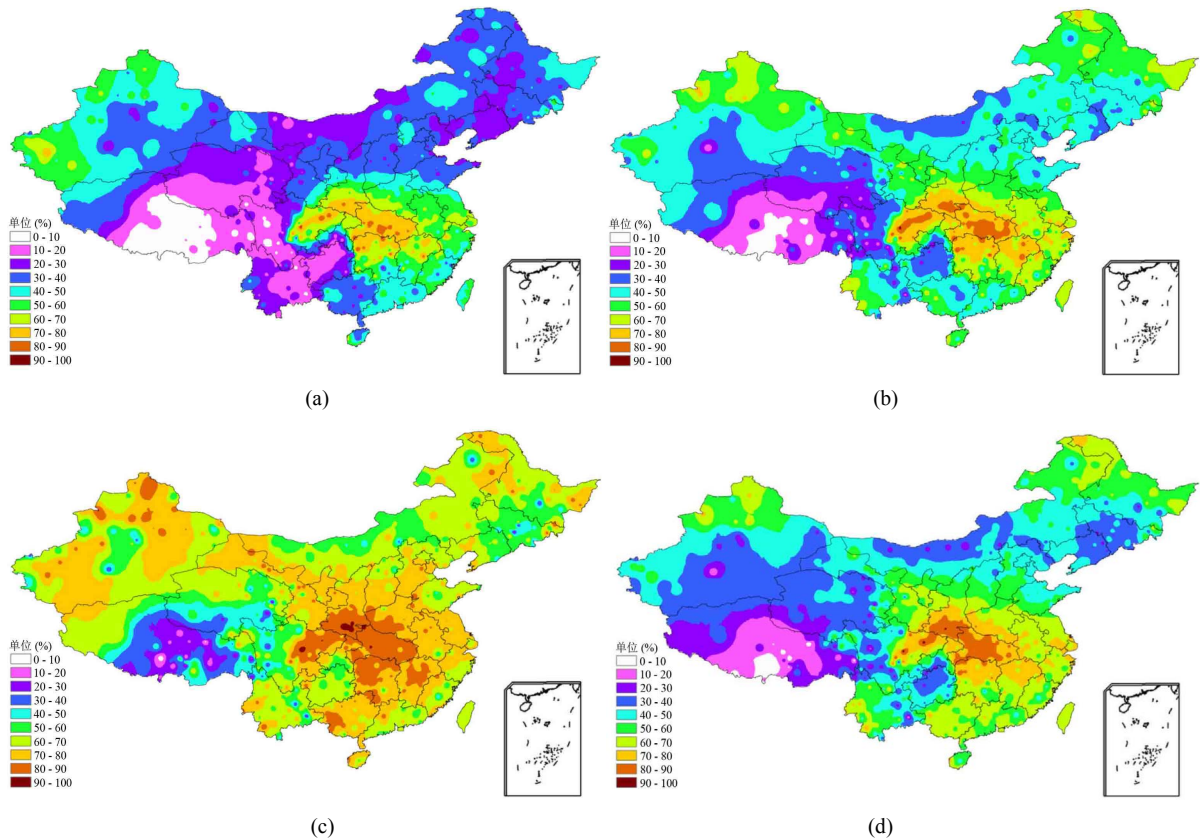
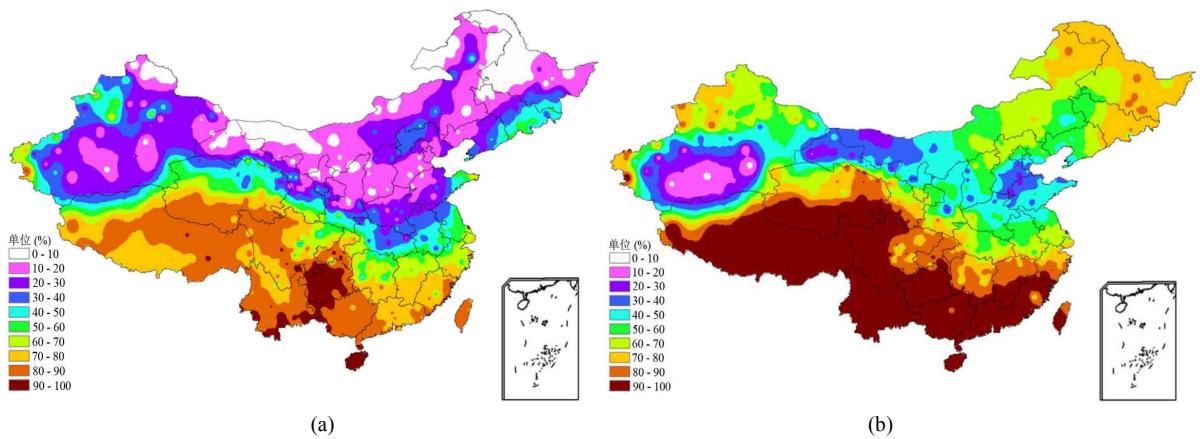


Figure 8. The distribution of frequency of middle cloud in China region. (a) January; (b) April; (c) July; (d) October

图 8. 中国地区中云频率分布。(a) 1 月; (b) 4 月; (c) 7 月; (d) 10 月



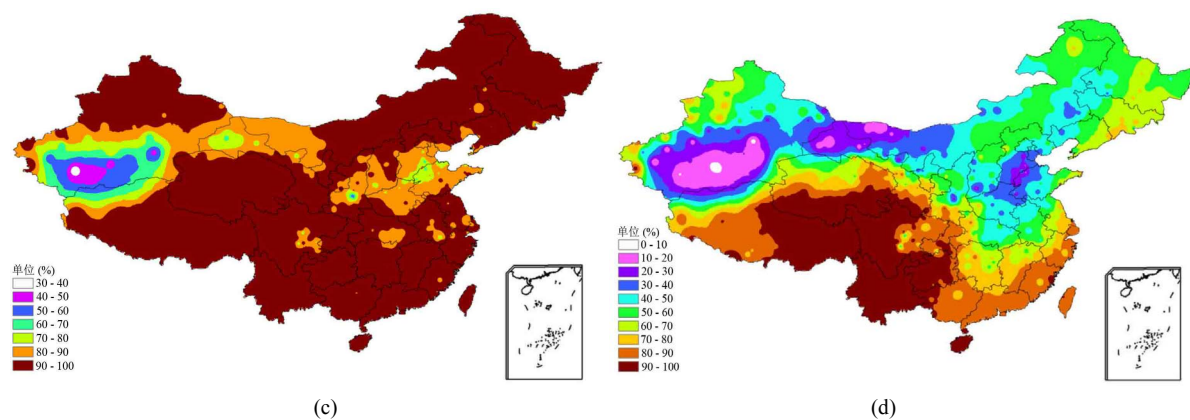


Figure 9. The distribution of frequency of low cloud in China region. (a) January; (b) April; (c) July; (d) October

图 9. 中国地区低云频率分布。(a) 1 月; (b) 4 月; (c) 7 月; (d) 10 月

1) 近 60 年中国地区年平均总云量呈“南多北少”的特点，北方少云地区存在相对局部多云区，而南方存在相对局部少云区，四川东部、贵州中西部是多云中心，其年平均总云量在 8~9 成之间。

2) 云量变化具有明显的季节特征，由冬到春，云量增加，由春到夏，云量继续增加，由夏到秋，云量减少；云量高值中心区域分布冬、秋季是一致的，而春、夏季分布结构相反，春季，云量高值中心向东南方移动，而夏季，云量高值中心向西南方移动。这可能与高原山地地形、下垫面热力条件、水汽条件及大气环流等有关。

3) 年平均总云量在中国大部分地区呈减少趋势。

4) 中国地区高云频率分布呈现“南低北高”的特点，而低云频率分布则呈现“南高北低”的特征，中云频率的高、低值中心都位于我国南方，高值中心在我国中部、四川东部和陕西南部地区，低值中心位于西藏南部地区。

5) 云状频率变化同样具有明显的季节特征，由冬到春，频率增大，由春到夏，频率继续增大，由夏到秋，频率减小。

参考文献

- [1] 丁守国, 赵春生, 石广玉, 等. 近 20 年全球总云量变化趋势分析[J]. 应用气象学报, 2005, 16(5): 670-676.
- [2] 刘洪利, 朱文琴, 宜树华, 等. 中国地区云的气候特征分析[J]. 气象学报, 2003, 61(4): 466-473.
- [3] 陈勇航, 陈艳, 黄建平, 等. 中国西北地区云的分布及其变化趋势[J]. 高原气象, 2007, 20(4): 741-748.
- [4] 张琪, 李跃清, 陈权亮, 等. 近 46 年西南地区云量的时空变化特征[J]. 高原气象, 2011, 30(2): 339-348.
- [5] 张雪芹, 彭莉莉, 郑度, 等. 1971-2004 年青藏高原总云量时空变化及其影响因子[J]. 地理学报, 2007, 62(9): 959-969.
- [6] 高蓉, 陈少勇, 董安祥. 青藏高原低云量的年际变化及其稳定性[J]. 干旱区研究, 2007, 24(6): 760-765.
- [7] 陈少勇, 董安祥, 王丽萍, 等. 祁连山区夏季总云量的气候变化与异常研究[J]. 南京气象学院学报, 2005, 28(5): 617-625.
- [8] 刘瑞霞, 刘玉洁, 杜秉玉. 中国云气候特征的分析[J]. 应用气象学报, 2004, 15(4): 469-476.
- [9] 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.
- [10] 池再香, 白慧. 黔东南地区近 40 年来气候变化研究[J]. 高原气象, 2004, 23(5): 704-708.
- [11] 曾昭美, 严中伟. 近 40 年中国云量变化的分析[J]. 大气科学, 1993, 17(6): 688-696.

知网检索的两种方式：

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择：[ISSN]，输入期刊 ISSN：2168-5711，即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入，输入文章标题，即可查询

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ccl@hanspub.org