

近60 a天水市云量变化特征 及与其它气候因子的关系

姚小英^{1,2}, 蒲金涌³, 尤志刚², 陈薇²

(1. 中国气象局兰州干旱气象研究所, 甘肃省干旱气候变化与减灾重点实验室,
中国气象局干旱气候变化与减灾重点开放实验室, 甘肃 兰州 730020;

2. 甘肃省天水市气象局, 甘肃 天水 741000; 3. 甘肃省天水农业气象试验站, 甘肃 天水 741020)

摘要:云是气候变化的重要因子之一, 为了探究甘肃天水市地区的云量的变化特征, 用境内7个气象站1951~2007年近60 a的云量观测资料分析总、低云量变化特点及与相关气候因子的关系。结果表明, 自1951年以来该地平均总云量稳定性较好, 平均低云量以0.25成/10 a的速度递增。各级降水日数及云量相关性较显著。不同时段降水量随云量变化比较明显。年平均总云量增加1成, 年降水量增加156 mm, 春季平均总云量增加1成, 降水量增加25 mm; 夏季平均总云量增加1成, 降水量增加75 mm; 秋季平均总云量增加1成, 降水量增加35 mm; 冬季总云量增加1成, 降水量增加3.8 mm。平均云量与气温的相关性时段性较强, 云量增加1成, 春季和夏季的平均气温分别降低0.6 °C和0.5 °C, 秋季和冬季的气温与平均云量线性相关不显著。云量对日照的影响最为直接, 云量增加1成, 春季总日照时数减少102.2 h, 夏季减少90.8 h, 秋季减少87.7 h, 冬季减少65.3 h。平均云量与相对湿度呈显著正相关, 云量增加1成, 夏季平均相对湿度增加4%, 春、秋、冬季增加3%。

关键词:云量; 变化; 气候因子; 影响; 天水

中图分类号: P468.0⁺27

文献标识码: A

引言

云是调节辐射平衡和水汽循环的重要因子, 其形成与特性是地表与大气各种动力、热力过程共同作用的结果^[1-3], 在地气系统中具有重要地位^[4]。云的生成和变化, 不仅受全球气候变化的影响, 同时也是引起日照、气温、相对湿度等发生变化的直接原因。了解云的分布与变化, 将有助于对气候变化的认识更深入。

近20 a来随着气候变化及卫星遥感技术研究的开展, 许多学者从不同角度对云量变化进行了大量的研究。丁守国等^[5]利用ISCCP月平均云气候资料集的总云量资料, 采用趋势分析方法得到近20 a来全球平均总云量的变化趋势, 并分析云量变化的可能原因; 陈少勇等^[6-7]利用祁连山区周围34个测站的历年云量资料, 分析了40 a来祁连山区低云量与气温变化及大气环流的关系, 指出云量变化与

气温变化存在一定的对应关系, 在不同的大气环流背景下云量的变化呈一定规律性; 高蓉等^[8]分析了青藏高原低云量的时空分布, 发现云量的稳定性总体变差; 陈楠等^[9]分析了近40 a宁夏年平均气温波动与云量的关系, 表明不同区域和不同季节总云量和低云量与气温、降水量的相关系数有明显差异; 张雪芹等^[10]利用青藏高原及其周边地区75个气象站资料, 分析了高原地区1971~2004年总云量的时空变化; 赵红岩等^[11]对甘肃省53个测站1961~1995年年平均总云量资料进行了分析研究, 发现年平均总云量变化趋势是在波动中逐渐减少, 云量变化具有7 a周期。平均总云量变化在空间上具有很好的一致性。胡江林等^[12]利用1996~1998年的历史气象资料统计了湖北省天空云量, 分析了天空云量与高空物理量的关系并建立了天空云量的预报模型。云量变化研究正在逐步深入。

收稿日期: 2010-08-17; 改回日期: 2010-10-09

基金项目: 甘肃省气象局“十人计划”, 国家科技部公益行业专项(GYHY200806021)共同资助

作者简介: 姚小英(1968-)女, 汉族, 天水市人, 硕士, 高级工程师, 主要从事气象业务及应用气象试验研究工作. E-mail: tsyxy66@163.com

天水市位于甘肃省东部,属半干旱与半湿润气候过渡带,降水量小于潜在蒸散。境内沟壑散布,地表水资源利用困难较大。空中水汽及降水是当地种植业的主要可利用水资源。云的致雨及变化规律不但对当地降水影响较大,也关系其它气候因子的变化及对未来空中云水资源的利用,有比较重大的现实意义^[13]。

1 研究区域概况及资料来源

研究区域天水市(34.1°~35.2°N,104.5°~106.7°E),面积为14 325 km²。位于陇西黄土高原的东南部,地势西北高,东南低,海拔在1 000~2 100 m之间。地貌区域分异明显,东部和南部为山地地貌,北部为黄土丘陵地貌。中部为渭河河谷地貌。从西到东气温逐渐升高,降水量逐渐增加,日照时数逐渐减少。年平均气温7.8~11.1℃,年降水量432~547 mm,年日照时数2 032~2 213 h。地处西风带,云形成的高空一年大部时间为西北气流控制。

用天水市7个气象站1951~2007年逐日云量观测资料,建立了近60 a年平均云量资料序列。相应时段的降水日数、降水量、日照、气温等气候因子的资料用7个气象站的平均值。

2 分析与结果

2.1 云量的变化特征

2.1.1 云量年内分布

总云量具有明显的月、季变化特征(图1)。云量随月份呈比较明显的二次函数变化($C = -0.0537X^2 + 0.6441X + 5.347$, C :平均总云量; X :月份; $R = 0.6867$; $P < 0.1$)。10月为平均总云量的最大时段;冬季12~2月是平均云量最少的时段,7月

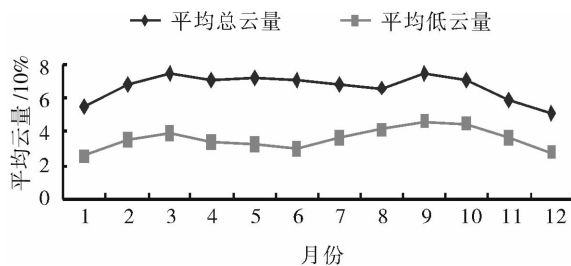


图1 天水市各月平均云量的变化(1951~2007年)

Fig. 1 Variation of monthly mean cloud amount in Tianshui during 1951-2007

平均总云量为次少时段,4月为低云量次少时段。夏季和冬季低云量分别占总云量的61%和63%,春季和秋季低云量分别占总云量的45%和54%。

2.1.2 云量年际变化

1951年以来,总云量随时间变化不大,平均为6.6成,稳定性较好。低云量变化较大,年平均低云量随时间以0.25成/10 a($R = 0.5498$, $P < 0.001$)线性趋势增加(图2)。低云量平均占总云量的54%。

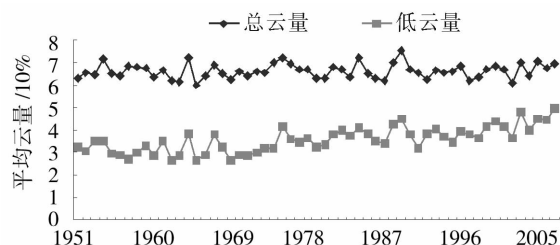


图2 1951~2007年天水市总、低云量变化

Fig. 2 Variation of total and low cloud amount during 1951-2007 in Tianshui

总、低云量在各个季节分布差异较大(图3)。春季以中高云为主,低云量只占总云量的45%;夏、冬季云量以低云为主,低云量分别占总云量的60%及65%;秋季中高云及低云的量级分布基本相当,低云量占总云量的53%。云量以春季较多,冬季较少。各季节的平均总云量和年平均总云量的变化基本一致,比较稳定。除秋季外,1951~2007年其它各季节年平均低云量都随时间呈增加之势,其中冬季低云量线性增加趋势最大为0.35成/10 a($R = 0.4992$, $P < 0.001$)。夏季及春季平均低云量线性增加趋势分别为0.25成/10 a($R = 0.2368$, $P < 0.1$)和0.24成/10 a($R = 0.3789$, $P < 0.02$)^[14]。

2.1.3 云量变化原因分析

据研究^[15-17],自20世纪50年代以来500 hPa位势高度场上冬夏季都出现了比较显著的异常变化,从而导致了西风环流异常及南风异常。而西北地区的水汽主要有西风环流及南亚季风提供,在卫星云图上高原云带的形成、发展与东移直接影响西北东部地区,影响范围大,对降水的预示性非常好。

20世纪80、90年代冬季西风环流和南风强于60、70年代,夏季出现南风异常。低层南风的增强有助于南海及孟加拉湾的水汽向北输送,利于西北地区兴云致雨。天水市低云量持续逐年增多可以看作是云量对环流年际变化的一种响应。

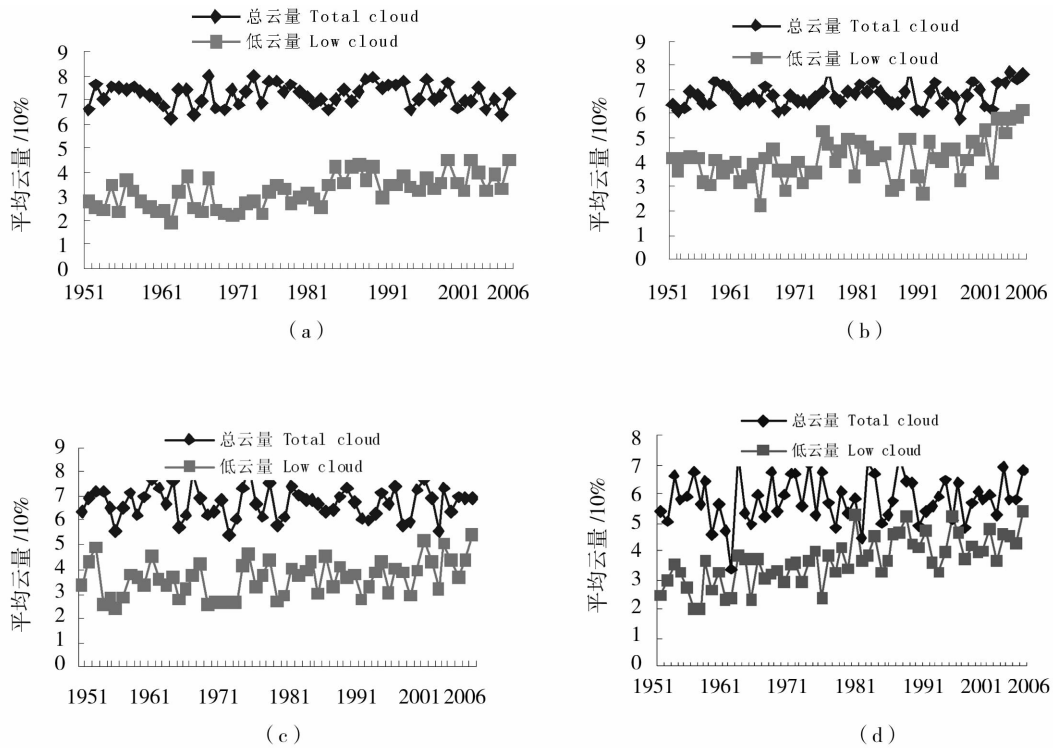


图3 1951~2007年天水市春季(a)、夏季(b)、秋季(c)及冬季(d)云量变化

Fig. 3 Variation of cloud amount in spring(a), summer(b), autumn(c) and winter(d) during 1951-2007 in Tianshui

2.2 云量对各种气候因子的影响

2.2.1 云量对降水的影响

云是致雨的必要条件。相关分析表明,年平均总云量与年各级别降水日数线性相关显著(表2),且随着降水量级的加大,降水日数与平均总云量的相关性逐渐降低。云量只是表示云量占可见天空的百分比,无法表示云层的厚度。降水量大小不但与云量大小有关,而且与云层的厚度及水汽含量的多寡关系极大。这就是较大量级的降水与云量相关性减弱的原因。

表2 各级降水日数与平均云量的相关系数

Tab.2 Correlation coefficient between all levels rainfall days and mean total amount of cloud

各级别	>0.1 mm	>1.0 mm	>10 mm	>25 mm
降水日数	日数	日数	日数	日数
相关系数	0.6918 **	0.6176 **	0.3657 *	0.2335 *

注: **, * 分别表示通过0.001及0.1的置信度检验。

平均总云量与降水量也存在着较明显的相关关系。分析表明,年平均总云量增加1成,年降水总量就会增加156 mm ($R = 0.434, P < 0.001$)。各季

节云量对降水量影响以夏季为最大,平均总云量增加1成,降水量增加75 mm ($R = 0.428, P < 0.001$)。其次为秋季和春季,平均总云量增加1成,降水量分别增加35 mm ($R = 0.452, P < 0.001$)和28 mm,云量对冬季的降水影响最小,平均云量增加1成,降水量增加3.8 mm ($R = 0.459, P < 0.001$)。夏季受东亚季风的影响,水汽通量较大,产生云的气团都是暖湿气团,云层水汽含量也较丰富,容易致雨^[18-19]。降水量级明显大于冬季。

2.2.2 云量对气温的影响

云吸收和反射了太阳的短波辐射,对气温的负影响是显而易见的。云量对春季平均气温变化影响比较明显,平均云量增加1成,平均气温降低0.6 °C ($R = 0.341, P < 0.05$),其次为夏季,平均云量增加1成,平均气温降低0.5 °C ($R = 0.366, P < 0.05$)。云量对秋季及冬季平均气温变化影响不明显。这可能与该时段冷空气的频繁活动有关,尤其是冬季大范围强降温天气过程与云量变化相关性较小。

2.2.3 云量对日照时数的影响

云量的多少对日照时数影响最为直接,影响程度以春季为最大,平均总云量增加1成,春季总日照时数将会减少102.2 h ($R = -0.738, P < 0.001$)。

其次为夏季和秋季,平均云量增加 1 成,夏、秋季的日照时数分别减少 90.8 h ($R = -0.678, P < 0.001$) 和 87.7 h ($R = -0.844, P < 0.001$)。云量对冬季日照时数影响最小,平均云量增加 1 成,日照时数减少 65.3 h ($R = -0.822, P < 0.001$)。

2.2.4 云量对相对湿度的影响

各月的相对湿度受云量影响比较明显。云量增加 1 成,春季平均相对湿度增加 3% ($R = 0.389, P < 0.05$),夏季平均相对湿度增加 4% ($R = 0.545, P < 0.001$),秋季平均相对湿度增加 3% ($R = 0.552, P < 0.001$),冬季平均相对湿度增加 3% ($R = 0.475, P < 0.001$)。

3 结论与讨论

天水市的低云量变化是对环流年代际变化的一种响应。自 1951 年以来平均总云量随年份的变化不太明显,平均低云量随时间呈逐年增加趋势。春季以高中云为主,夏、冬季以低云为主,秋季高中云及低云所占比例相当。除秋季平均低云量逐年线性增加趋势不明显外,其它季节平均低云量都呈比较明显的线性增加趋势;总云量的月际变化为一二次曲线。10 月份是云量最多的时段,冬季是云量较少的时段。

云量与 0.1 ~ 25 mm 各级降水日数都有较显著的相关性,且随降水量级的增大相关性减弱。年降水量与平均云量的相关性比较显著。夏季云量变化对降水量影响较大,冬季云量变化对降水量影响较小。

云量是影响日照多寡的唯一重要的因子,对春季的日照时数影响最大,对冬季的日照时数影响较小。云量与春、夏的平均气温负相关显著,而与秋、冬季气温的线性相关不显著。云量与相对湿度之间有着极显著的正相关性,尤其是在夏季,相对湿度随云量的增加非常明显。

云量变化还会带来一系列生态因子的变化,其潜在及间接影响面会更广。例如,云量增加引起的日照时数的减少等,在某一特殊时段缺乏足够的光照,使得当地某些光敏感作物失去原有资源优势,对当地种植业的持续有效发展造成较大影响^[20]。光照的变化还会使某些植物的光周期完成过程提前或

推后,从而影响植物的生长发育。

参考文献:

- [1] Ramanathan V, Cess R D, Harrison E F, et al. Cloud—radiative forcing and climate: Results from radiation budget experiment[J]. *Science*, 1989, 246: 57 - 63.
- [2] Sun B, Groisman P Y. Cloudiness variations over the former Soviet Union[J]. *International Journal of Climatology*, 2000, 20: 1097 - 1111.
- [3] 汪宏七, 赵高祥. 云和辐射 - (I) 云气候学和云的辐射作用[J]. *大气科学*, 1994(增刊): 910 - 932.
- [4] Houghton J T, Ding Y, Griggs D J, et al. *Climate Change 2001: The Scientific Basis*[M]. United Kingdom and New York: Cambridge University Press, 2001, 148 - 149.
- [5] 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 - 677.
- [6] 陈少勇, 董安祥, 陈添宇, 等. 祁连山低云量对气候变暖的响应[J]. *干旱区资源与环境*, 2007, 21(2): 142 - 145.
- [7] 陈少勇, 董安祥, 贺红梅. 祁连山地区云量的影响因子[J]. *气象科技*, 2007, 35(1): 77 - 81.
- [8] 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): 6760 - 6765.
- [9] 陈楠, 赵光平, 陈小光. 近 40 年宁夏云量和气温年际变化的相关分析[J]. *高原气象*, 2006, 25(6): 1176 - 1183.
- [10] 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.
- [11] 赵红岩, 付秀兰, 李珍. 甘肃省云量的气候特征[J]. *甘肃气象*, 1997, 15(3): 25 - 27.
- [12] 胡江林, 李劲. 湖北省天空云量的特征分析及其预报[J]. *湖北气象*, 2000, 19(2): 15 - 17.
- [13] 张强, 赵映东, 张存杰, 等. 西北干旱区水循环与水资源问题[J]. *干旱气象*, 2008, 26(2): 2 - 6.
- [14] 梁桂花, 张小平, 朱叶, 等. 朔州市近 50 a 蒸发量变化特征及影响因子分析[J]. *干旱气象*, 2009, 27(2): 124 - 126.
- [15] 张强. 中国西北云水资源开发利用研究[M]. 北京: 气象出版社, 2007, 110 ~ 129, 191 ~ 199, 313 ~ 321, 322 - 331.
- [16] 刘世祥, 王遂缠, 刘碧, 等. 兰州市空中水汽含量和水汽通量变化研究[J]. *干旱气象*, 2006, 24(1): 19 - 22.
- [17] 王宝鉴, 黄玉霞, 陶健红, 等. 西北地区大气水汽的区域分布特征及其变化[J]. *冰川冻土*, 2006, 28(1): 15 - 21.
- [18] 张强, 张存杰, 白虎志, 等. 西北地区气候变化新动态及对干旱环境的影响[J]. *干旱气象*, 2010, 28(1): 2 - 6.
- [19] 宁惠芳, 林婧婧, 陈佩璇. 甘肃省气候暖干化与农业干旱灾害的联系[J]. *干旱气象*, 2010, 28(2): 199 - 201.
- [20] 蒲金涌, 张存杰, 姚小英, 等. 干旱气候对陇东南主要粮食作物影响的评估[J]. *干旱地区农业研究*, 2007, 25(1): 36 - 40.

Variation of Cloud Amount and It's Influence on Climatic Factors in Recent 60 Years in Tianshui of Gansu Province

YAO Xiaoying^{1,2}, PU Jinyong³, YOU Zhigang², CHEN Wei²

(1. Key Laboratory of Arid Climatic Change and Reducing Disaster of Gansu Province, Key Open Laboratory of Arid Climate Change and Disaster Reduction of CMA, Institute of Arid Meteorology, CMA, Lanzhou 730020, China;
2. Tianshui Meteorological Bureau of Gansu Province, Tianshui 741000, China; 3. The Agrometeorological Experiment Station of Tianshui, Tianshui 741020, China)

Abstract: Based on the data of cloud amount during 1951 – 2007 from seven weather stations in Tianshui, the variation of the total cloud amount and low cloud amount was analyzed, and also the relationship between cloud amount and interrelated climatic factors was discussed. The results showed that the mean total amount of cloud varied little and mean amount of low cloud increased by 0.25% every ten years since 1951. The rainy days with different rainfall level correlated well with cloud amount. It also indicated that the precipitation varied with cloud amount, the annual precipitation increased by 156 mm when annual mean cloud amount increased by 10%. When seasonal mean cloud amount increased 10%, the precipitation increased by 25 mm, 75 mm, 35 mm and 3.8 mm in spring, summer, autumn and winter, respectively. When the cloud amount increased by 10%, the mean temperature in spring and summer decreased by 0.6 °C and 0.5 °C, but there was no correlation between cloud amount and mean temperature in winter and autumn. The sunshine hours was seriously influenced by cloud amount, when cloud amount increased by 10%, the sunshine hours decreased by 102.2 h in spring, 90.8 h in summer, 87.7 h in autumn and 65.3 h in winter. There was positive correlative between mean cloud amount and relative humidity, when cloud amount increased by 10%, the relative humidity increased by 4% in summer, 3% in spring, autumn and winter. The days with >80% cloud amount reduced year by year in spring.

Key words: Tianshui; cloud amount; variation; climatic factors; influence

《干旱气象》影响因子 2009 年度显著提升

2010年版《中国期刊引证报告(扩刊版)》显示:《干旱气象》2009年影响因子为1.443,总被引频次544,引用刊数129,影响因子和总被引频次都较2008年度(分别为0.992和393)有大幅提升。2009年在全部统计源期刊(6021种)中,《干旱气象》影响因子排名第133名,总被引频次排名第2283名;在大气科学(气象学)(28种)刊物中影响因子排名第8名,总被引频次排名第13名。影响因子超过了《热带气象学报》、《应用气象学报》、《气象科技》等刊物。从2003年改刊以来,《干旱气象》的学术质量、编校质量、印刷质量不断提升,得到了专家学者、作者、读者的充分肯定和广泛好评。欢迎广大气象科技工作者关注《干旱气象》的发展,踊跃投稿《干旱气象》!

