

文章编号:1673-8411 (2018) 01-0024-04

# 华北地区夏季降水的气候特征分析

桑 林<sup>1</sup>, 余乐福<sup>2</sup>

(1.华北空管局, 北京, 100621; 2.佛山市气象局, 广东 佛山, 528000)

**摘要:**利用 1960–2011 年基准站 54511 的夏季降水数据,结合 NCEP/NCAR 再分析资料和 GPCP 降水资料,分析了夏季降水的气候特征。结果表明:单站数据显示夏季降水有着明显的年际和年代际变化特征,其中年代际变化特征主要由 7 月和 8 月降水决定。降水序列与华北区域平均的夏季降水序列显著相关,说明单站数据对华北地区夏季降水有着很好的代表性。夏季降水占全年降水的比重在 1996 年有年代际的突变,由之前的 74.4%降低到 62.1%。与此同时,春、秋季节的降水占比增加,而冬季基本不变。夏季降水与 200hPa 的经向风之间的相关呈现丝绸之路型,背后的物理机制可能是丝绸之路型影响了东亚夏季风,进而影响了华北地区的降水。

**关键词:**华北;夏季降水;气候学;单站

**中图分类号:**P466 **文献标识码:**A

## Analysis of summer precipitation characteristics in North China

Sang Lin<sup>1</sup>, Yu Lefu<sup>2</sup>

(1.North China Air Administration Bureau, Beijing 100621;

2.Foshan Meteorological Bureau, Foshan Guangdong 528000)

**Abstract:** In this paper, summer precipitation characteristics were analyzed by using the summer precipitation data of 1960–2011 at datum station 54511, combined with NCEP/NCAR reanalysis data and GPCP precipitation data. The results showed that summer precipitation data of a single station had distinct interannual and interdecadal characteristics and the characteristics of interdecadal variation were mainly determined by precipitation in July and August. The precipitation sequence was significantly correlated with the summer precipitation in North China, indicating that the single station data was representative for summer precipitation in North China. In addition, the proportion of summer precipitation to annual precipitation had an interdecadal mutation in 1996, from 74.4% to 62.1%. At the same time, the proportion of precipitation in spring and autumn increased while which in winter remained almost unchanged. The correlation between the summer precipitation and the meridional wind of 200hPa presented the "silk road" type. The physical mechanism behind it could be that the "silk road" type affected the East Asian summer monsoon and then affected the precipitation in North China.

**Keywords:** North China; summer precipitation; climatology; single station.

天气因素对机场的民航服务有着重要影响,不仅会影响起落、飞行活动,严重时甚至可危及飞行的安全。根据国际民航组织的估计,约三分之一的民航事故直接或间接的与气象因素相关,天气原因造成的不正常航班量占有不正常航班总量的第三位。在我国航空运输中,雷暴、湍流、地面大风和降水等

是影响安全飞行的主要气象要素。其中,降水对飞行的影响主要包括:影响视程,使能见度降低;造成飞机积冰;大雨和暴雨容易使发动机熄火;大雨对飞机的冲击,危及飞行安全;降水影响跑道使用,主要由于跑道积水、积雪或结冰,降低跑道的摩擦系数,以致飞机无法正常起降。因此,需要总结降水的地方性

收稿日期:2016-12-08

作者简介:桑林(1987-),硕士,工程师,从事天气预报服务工作。

特点,供民航部门参考,以便更好的决策<sup>[1-7]</sup>。

站点 54511 靠近北京南苑机场,属于中国地面国际交换站,位于北京南郊,经纬度分别为 116.47°E, 39.8°N。站点 54511 所处区域为中国华北地区,是为我国主要缺水区域,有研究指出,自 20 世纪 60 年代以来,华北降水呈现明显的减少趋势<sup>[8]</sup>,造成生态环境、民生、工业等多方面的负面影响,已引起政府和科学界的高度重视。为了认识华北降水的变化规律,需要从时间、空间上分析华北降水的变化特征。张庆云<sup>[9]</sup>分析 1880 年以来华北地区降水变化发现,华北降水存在着显著的年代际变化。

前人研究表明,华北地区夏季降水与太平洋和印度洋的海温、西太平洋副热带高压、东亚夏季风、青藏高原积雪和北极海冰等都有着重要的关系。比如黄荣辉等<sup>[10]</sup>研究指出,华北地区夏季降水的改变可能是由于 60 年代中期和 80-90 年代初赤道东太平洋海表温度明显升高所致。顾伟宗等<sup>[11]</sup>揭示了前冬印度洋海温可以通过向华北的水汽输送来影响华北夏季降水。朱锦红等<sup>[12]</sup>发现东亚夏季风与华北降水有着良好的对应关系。更进一步,张庆云等<sup>[13]</sup>指出,东亚夏季风影响华北夏季降水是通过西北太平洋副热带高压的位置的南北移动实现。张人和<sup>[14]</sup>研究表明,东亚夏季风主要通过水汽输送的变化来影响华北地区夏季降水。

与此同时,华北地区的降水具有雨量集中、地域性强等特征,夏季降水占全年降水的 60% 以上,且华北地区北临内蒙古高原、东部濒临渤海,这使得在研究华北降水时使用区域平均具有较大的局限<sup>[15]</sup>。基于此,本文将基于 54511 的单站数据来研究夏季降水的变化。

## 1 资料与方法

本研究使用的资料包括 54511 国际交换站的夏季降水资料,研究时间段为 1960 至 2011,共 52 年;美国国家环境预测中心/国家大气研究中心(NCEP/NCAR)再分析资料,空间分辨率为  $2.5 \times 2.5^\circ$ ;GPCP 降水资料,空间分辨率为  $2.5 \times 2.5^\circ$ 。本文中的华北地区是指  $35^\circ \sim 40^\circ \text{N}$ ,  $110^\circ \sim 125^\circ \text{E}$ 。

200hPa 经向风使用经验正交函数方法(EOF)求得第一主分量。

夏季降水占全年降水的比重随时间的变化使用 Mann-Kendall(M-K)法检验<sup>[16]</sup>。

## 2 气候特征

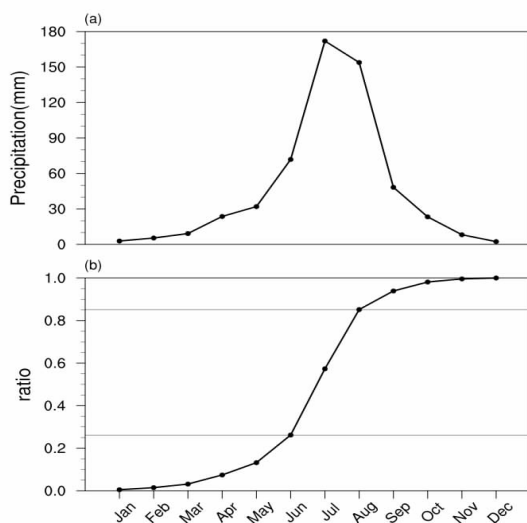


图 1(a)月平均降水量 (b)每月降水占全年降水的累积比重

从图 1 可以看出,北京地区降水只有一个峰值,在 7 月份,达到了近 180mm。8 月份次之。6 月份以来,北京地区降水陡增;而过了 8 月份,降水又骤降。6-8 三个月的夏季降水,占全年降水的 71.7%,说明北京地区降水为典型的季风降水特征。

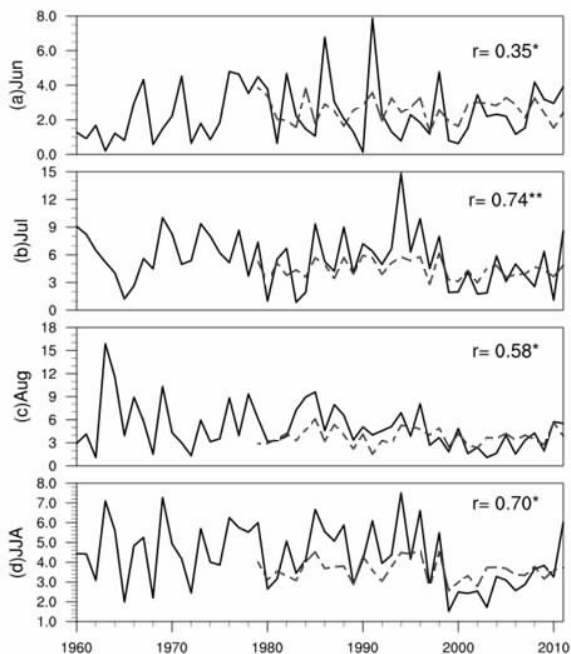


图 2 54511 站(实线)和 GPCP 资料得到华北地区平均(虚线)的 6~8 月各月的日平均降水以及整个夏季(6、7、8)三个月平均的日降水量的年际变化,右上角数字分别是两者的相关系数,\* 代表通过 95% 显著性检验,\*\* 代表通过 99% 显著性检验

从图 2 可以看出,54511 站的夏季降水序列有着较强的年际和年代际变化。在 90 年代后期,7 月份、8 月份的降水有明显的减少,而在 6 月份则不显著。陆日宇<sup>[1]</sup>等研究指出华北地区夏季降水的特征主要由 7、8 月降水变化决定,我们从夏季平均的降水量序列图中(图 2d)可以看到在 90 年代后期的显著减少。为了检验 54511 站夏季降水序列与华北地区夏季降水的关系,我们使用 GPCP 数据,对华北地区进行区域平均,得到了一条降水序列,即图 2 红色曲线。在 7 月份,54511 站降水序列与华北平均的降水序列相关最强,达到了 0.74,通过 99% 的显著性检验。其他两个季节虽然相关不如 7 月份强,也能通过 95% 的显著性检验。整个夏季降水的相关也达到了 0.70,通过 95% 显著性检验。因此我们可以认为 54511 站的单站降水对华北地区夏季降水有着较好的代表性。

伴随着夏季降水的年代际变化,那夏季降水占全年降水的比重是否发生变化?基于此,我们对 54511 站夏季降水占全年降水的比重做 M-K 检验。M-K 检验是最常见的气候突变点检验方法。从图 3 中我们发现正序列(UF)和逆序列(UB)之间在 1996 年有个交点,且交点位于 5% 对应的两条临界线(正负 1.96)之间,这说明在 1996 年夏季降水的比重产生突变。同时,可以看出在这之前,夏季降水的比重基本维持不变;但在后一个时间段,夏季降水的比重呈现减少趋势,并且在 2003 年减少的趋势更为显著,通过 95% 显著性检验。

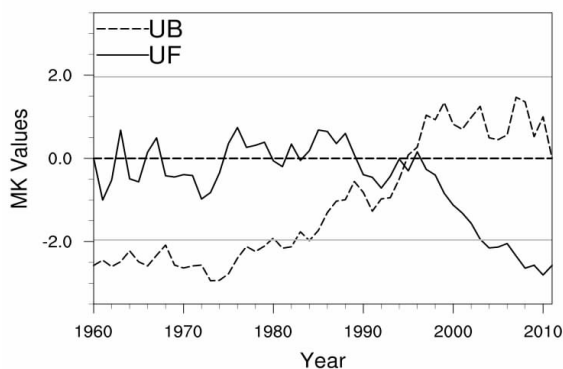


图 3 54511 站夏季降水占全年比例的 M-K 突变检验

图 4 为夏季降水占全年比重的时间序列,从时间序列上,我们更明显的看到在 1996 年夏季降水占全年降水的比重的突变。突变之前的时间段内(1960–1996),夏季降水占全年降水的平均比重为 74.4%,而突变之后(1996–2011)的平均比重则降低

为 62.1%。夏季降水的占比降低,那么其他季节的降水占全年降水的比重则肯定会相应的增加。究竟那个季节的降水占比增加呢?从图 5 可以看出,突变前后的两个时间段内,春、秋、冬三个季节的降水占全年降水的平均比重都有所增加。其中以秋季降水比重增加为最多,达到了 5.9%,春季降水比重也增加了 5.6%,冬季降水的平均比重略有增加,但基本不变。这说明,从单站数据看,北京地区夏季降水的比重在 1996 年有了突变,平均比重下降了 12% 左右,而春、秋季节的降水占全年降水的比重则相应增加。

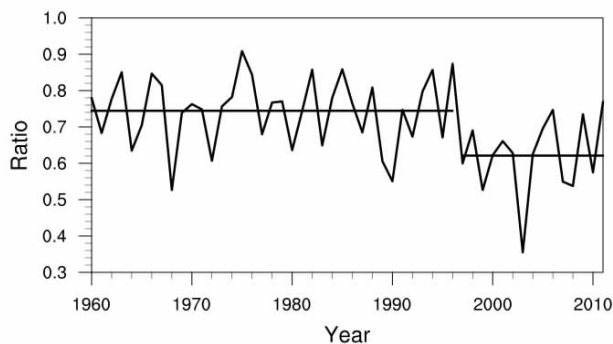


图 4 夏季降水在全年降水量中的比重,两条横线分别代表 1951–1996 和 1996–2011 这两个时间段内的平均值

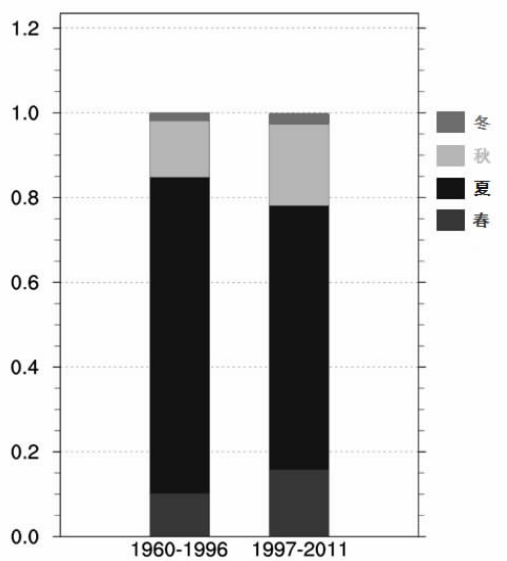


图 5 突变前后两个时间段内春、夏、秋、冬降水占全年比例

### 3 与丝绸之路型的关系

进一步,我们将 54511 站的夏季降水与 200hPa 的经相风场做单点相关,如图 6 所示,其中打点处为通过 95% 显著性检验的区域。在欧亚大陆上,有一个明显的波列结构,西起里海附近,东至日本上空。这个波列与 Lu 等提出的丝绸之路型类似<sup>[17]</sup>。Yasui



and Watanabe<sup>[18]</sup> 对 20–60°N, 0–150°E 的区域夏季 200hPa 经向风做 EOF 分解, 其第一模态可以表现为丝绸之路型, 且与其他模态有着显著的差异。对比 54511 站的夏季降水序列和 PC1, 可以发现两者相关型很好, 如图 7 所示。二者相关达到了 0.35, 通过了 95% 的显著性检验。同时, PC1 也能很好的展现单站夏季降水的年代际变化, 在 90 年代末期有个明显的降低趋势。研究表明, 丝绸之路型与东亚夏季风有着显著的相关, 而东亚夏季风与华北地区的降水也有着密切关系<sup>[19]</sup>。因此可能的机制是丝绸之路型影响了东亚夏季风, 进而影响了华北地区的降水。有关这方面的研究需要进一步从观测数据及模式中得到验证。

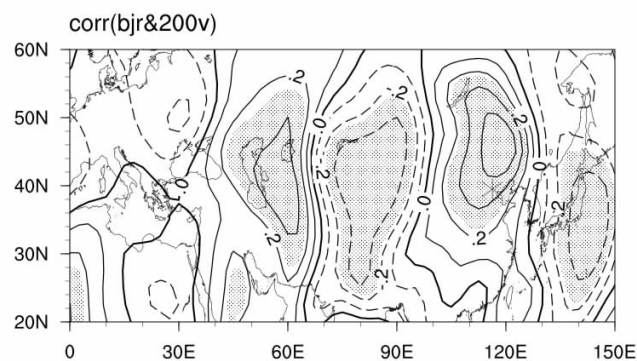


图 6 54511 站夏季降水与 200hPa 经向风的相关, 打点处表示通过 95% 显著性检验, \* 代表了站点的位置。

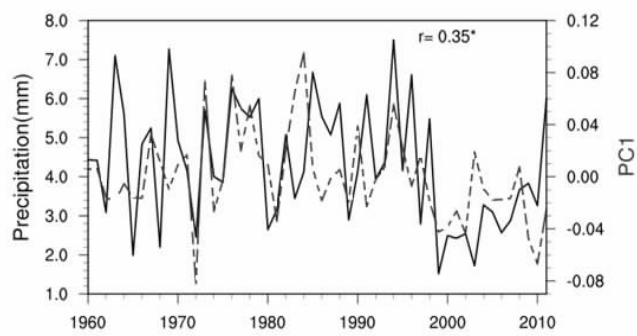


图 7 54511 站夏季降水(实线)与 200hPa 经向风 EOF 分解的 PC1 的时间序列(虚线), 相关系数达 0.35, \* 号代表通过 95% 显著性检验

## 4 结论

本研究基于华北地区单站的降水序列, 重点分析了夏季降水的气候特征, 得到如下结论:

(1) 单站数据显示夏季降水有着明显的年际和年代际变化特征, 其中年代际主要由 7 月和 8 月降水决定。夏季降水序列与华北区域平均的夏季降水

序列有着显著相关, 说明单站数据对华北地区夏季降水有着很好的代表性。

(2) 夏季降水占全年降水的比重在 1996 年有年代际的突变, 由之前的 74.4% 降低到 62.1%。与此同时, 春、秋季的降水占比增加, 而冬季基本不变。

(3) 夏季降水与 200hPa 的经向风之间的相关呈现丝绸之路型, 背后的物理机制可能是丝绸之路型影响了东亚夏季风, 进而影响了华北地区的降水。

总体来说, 夏季降水与丝绸之路型有关, 占全年降水的比重也在 1996 年发生突变。掌握这样的降水特点, 可为机场的安全保障和运行能力提供客观依据。

## 参考文献:

- [1] 王成, 赵亮, 崔雪姣, 等. 开平单站降水的多尺度振荡特征[J]. 广东气象, 2017, 39(5): 26–29.
- [2] 李文媛, 杜尧东, 庞古乾, 等. 2017 年 7—8 月广东省天气气候特点及其影响评述 [J]. 广东气象, 2017, 39(5).
- [3] 龚沃超, 陆小丹, 潘汉海. 近 50 年上思县气温和降水变化分析[J]. 气象研究与应用, 2012, 33(4): 38–42.
- [4] 利赛明, 陈静林. 近 49 年珠海气温变化及城市化影响初探[J]. 气象研究与应用, 2014, 35(2): 40–45.
- [5] 王艳莹, 贵志成, 赵小平. 南海夏季风爆发早晚的大气热源特征分析[J]. 广东气象, 2017, 39(4): 15–19.
- [6] 莫梁狄, 黄冬至, 周景文. 南海西南季风强度与茂名降水的关系[J]. 广东气象, 2017, 39(4): 24–27.
- [7] 郭媚媚, 范绍佳, 李文辉, 等. 三种方法统计肇庆灰霾日数的结果比较和特征分析[J]. 广东气象, 2017, 39(4): 28–32.
- [8] 陆日宇. 华北夏季不同月份降水的年代际变化[J]. 高原气象, 1999, 18(4): 509–519.
- [9] 张庆云. 1880 年以来华北降水及水资源的变化[J]. 高原气象, 1999, 18(4): 486–495.
- [10] 黄荣辉, 徐予红, 周连童, 等. 我国夏季降水的年代际变化及华北干旱化趋势[J]. 高原气象, 1999, 18(4): 465–476.
- [11] 顾伟宗, 陈海山, 孙照渤. 华北春季降水及其与前期印度洋海温的关系[J]. 南京气象学院学报, 2006, 29(4): 484–490.
- [12] 朱锦红, 王绍武, 慕巧珍. 华北夏季降水 80 年振荡及其与东亚夏季风的关系 [J]. 自然科学进展, 2003, 13(11): 1205–1209.
- [13] 张庆云, 陶诗言, 陈烈庭. 东亚夏季风指数的年际变

(下转第 65 页)

开花坐果。春季盛花期根据预测提前安排晴天施叶面肥, 喷施 0.50% 的尿素、0.20% 的硼砂、0.30% 的硫酸锌和 0.20% 的磷酸二氢钾 1000 倍液, 促进开花整齐、授粉授精、提高坐果率, 提高产量和品质。

## 5.2 提高天气预测的准确率及农业气象服务能力

只有提供准确的天气预测服务信息才能科学的指导核桃的种植与管理, 特别是春季的干旱、倒春寒、低温阴雨、夏季的高温和强降雨、秋季的干旱等预测准确率, 及时做好预测数据的订正, 确保服务信息的准确性, 提高直通式农业气象服务能力, 为农业和林业部门、经营管理者及广大的种植农户提供有效的决策依据。

## 6 小结

河池市地处低纬, 属亚热带季风气候区。夏长而炎热, 冬短而暖和, 热量丰富, 光照充足, 雨量充沛, 无霜期长, 极端高温天数少, 适宜核桃的生长发育, 年降雨量满足核桃长期的水分要求, 日照条件也可以满足核桃的生长需求, 天峨、南丹、凤山极端高温天数少对核桃生长更有利。低温阴雨、强降雨、秋冬春连旱对核桃生长不利, 因此在核桃的种植管理过程中要根据天气预报提前采取有效的措施降低危害。

### 参考文献:

[1] 广西壮族自治区统计局. 凤山县核桃种植现状存在问题

及对策. 2013: 04-19.

- [2] 廖新文, 赵思林. 广西自然地理知识[M]. 广西人民出版社 1978.
- [3] 李忠新. 核桃加工产业的现状与展望 [J]. 农产品加工 (上). 2014, 8: 32-33.
- [4] 吴丹, 唐燕, 蒋文家, 等. 水城县核桃种植气象条件分析 [J]. 贵州气象, 2016, 40(3): 61-65.
- [5] 金城江区年鉴. 金城江区人民政府主办, 2009-2011: 152-155.
- [6] 马树庆. 现代农用天气预报业务及其有关问题的研讨[J]. 中国农业气象. 2012, 33(2): 278-282.
- [7] 王绍武, 马树庆, 陈莉, 等. 低温冷害[M]. 北京: 气象出版社, 2009: 23-44.
- [8] 武君, 于文杰, 于晋秋, 等. 茂名市土沉香生长气候条件适应性分析[J]. 气象研究与应用, 2017, 38(1): 92-96.
- [9] 黄梅丽, 林振敏, 丘平珠, 等. 广西气候变暖及其对农业的影响[J]. 山地农业生物学报, 2008, (03): 200-206.
- [10] 韦金霖, 尹华君. 隆林县石漠化地区发展金银花种植气候适应性分析[J]. 气象研究与应用, 2013, 34(1): 54-54.
- [11] 李连朝, 王学臣. 水分亏缺对植物细胞壁的影响及其与细胞延伸生长的关系 [J]. 植物生理学通讯, 1996, 32(5): 321-327.
- [12] 李祎君, 王春乙, 赵蓓, 等. 气候变化对中国农业气象灾害与病虫害的影响[J]. 农业工程学报, 2010, (S1): 263-271.

化与东亚大气环流 [J]. 气象学报, 2003, 61(4): 559-568.

- [14] 张人禾. El Niño 盛期印度夏季风水汽输送在我国华北地区夏季降水异常中的作用[J]. 高原气象, 1999, 18(4): 567-574.
- [15] 陈烈庭. 华北各区夏季降水年际和年代际变化的地域性特征[J]. 高原气象, 1999, 18(4): 477-485.
- [16] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法[M]. 北京: 气象出版社, 2000.
- [17] Ri-Yu Lu, Jai-Ho Oh & Baek-Jo Kim. A teleconnection pattern in upperlevel meridional wind over the North

African and Eurasian continent in summer [J]. Tellus A: Dynamic Meteorology and Oceanography, 2002, 54: 1, 44-55.

- [19] Soichiro Yasui, and Masahiro Watanabe. Forcing processes of the summertime circumglobal teleconnection pattern in a dry AGCM [J]. J. Climate, 2002, 23: 2093-2114.
- [19] 郝立生, 丁一汇, 闵锦忠, 等. 华北降水季节演变主要模态及影响因子[J]. 大气科学, 2011, 35(2): 217-234.

(上接第 27 页)