

文章编号: 1006-4354 (2012) 03-0018-04

# 近 50 年陕南、关中降水年际变化特征

王 晓 玲

(陕西省气象学会, 西安 710014)

**摘 要:** 利用陕西省陕南、关中 54 个气象站 50 a (1961—2010 年) 观测的日降水资料, 分析小区域降水年际变化特征, 结果表明: (1) 区域年降水以减少为主, 减少程度西部大于东部, 宁强、华山和略阳雨量减少最多。(2) 夏季降水以增加为主, 减少站集中在秦岭山上和区域西部, 降水向夏季集中倾向明显。(3) 日雨量  $< 5$  mm 小雨, 年雨量和雨日数减少趋势明显, 雨日数减少站占 96%, 镇安、丹凤、高陵减少最多; 雨量  $\geq 50$  mm 暴雨, 年雨量和雨日数增加趋势明显, 集中在夏季, 镇巴、紫阳、镇坪夏季暴雨日数增加最多。即小雨减少暴雨增多, 暴雨灾害趋于严重。(4) 在降水变化中地形等局地作用明显, 是天气预报和研究气候变化应该考虑的因素。

**关键词:** 陕南; 关中; 降水变化; 地形作用

**中图分类号:** P426.6

**文献标识码:** A

20 世纪以来, 在全球变暖背景下, 相应降水变化倍受学者关注, 促进了我国相关研究工作。研究表明<sup>[1-3]</sup>, 中国夏季降水总体变化不明显, 但在年代际尺度上表现为华北与长江中下游呈空间反向特征; 即 20 世纪 60 年代处于“南旱北涝”, 80—90 年代处于“南涝北旱”。许多学者从东亚夏季风、赤道中东太平洋海温、冬季北极海冰、北极涛动、ENSO 影响、对流层中上层大气环流变化以及东亚区对流层上部温度变冷等不同角度<sup>[2,4-8]</sup>, 探讨外源强迫因子和大气环流变化对中国东部夏季风降水的影响, 研究形成机理。中国西北降水变化研究指出, 降水地域性强<sup>[9]</sup>, 东部与西部呈反相变化, 即西部降水增多、东部季风边缘区降水明显减少<sup>[10-11]</sup>。施雅风等<sup>[12]</sup>指出, 20 世纪 80—90 年代全球中高纬度大陆的大部分区域

降水量明显增加, 中国西北地区降水增加显著, 变暖变湿明显。受季风气候和秦岭等局地影响, 陕南、关中降水年内集中, 年际变化大, 暴雨的局地性强、突发性强、雨量大、频次高, 常引发山洪泥石流等地质灾害, 是防灾减灾重点区。因此, 深入研究该区域降水年际变化, 对提高地形降水科学认识、防灾减灾具有重要意义。

## 1 研究区域和资料

秦岭横亘于陕南、关中, 为北陡南缓的东西向山脉, 高出谷地 1 000~3 000 m, 主峰海拔高度 3 000 m 以上, 构成中高山、中山等复杂地形; 主峰以西分为三支, 由北向南山势渐低, 至汉中盆地边缘为低山丘陵, 地势起伏和缓, 谷地开阔; 以东山势逐渐递减, 在商洛地区山体呈掌状向东分开, 相间盆地、河谷。陕南、关中部分县(区)

**收稿日期:** 2011-12-29

**作者简介:** 王晓玲 (1963—), 女, 陕西安康人, 工程师, 主要从事气象科普与应用气象研究。

[5] 杨东宏, 李生袖. 延安市汛期降水的主分量分析 [J]. 陕西气象, 2005 (2): 12-14.  
[6] North G R, Bell T L, Cahalan R F. Sampling Errors in the Estimation of Empirical Orthogonal Functions [J]. Monthly Weather Review, 1982, 110 (7): 699-706.

[7] 符淙斌, 王强. 气候突变的定义和检测方法 [J]. 大气科学, 1992, 16 (4): 482-493.  
[8] 林振山, 邓自旺. 子波气候诊断技术的研究 [M]. 北京: 气象出版社, 1999: 24-425.  
[9] 任国玉, 吴虹, 陈正洪. 我国降水变化趋势的空间特征 [J]. 应用气象学报, 2000, 8 (3): 322-330.

面积 8.29 万  $\text{km}^2$ , 其中山地占 85.3%, 丘陵占 6.9%, 海拔 170~3 767 m, 两谷一山相间, 自西向东地势渐低, 这些必定对降水产生影响, 因此, 研究该区域降水变化时必须考虑局地影响。

选取陕南、关中 ( $106^\circ\text{E}\sim 110^\circ\text{E}$ ,  $31.9^\circ\text{N}\sim 34.9^\circ\text{N}$ , 以下简称“区域”) 具有 50 a (1961—2010 年) 观测记录的 54 个气象站的日降水资料, 资料由陕西省气象信息中心提供。54 站海拔高度为 285 (旬阳)~2 065 m (华山), 其中 800 m 以上的有宁陕、柞水、佛坪、宁强、洛南、凤县、镇坪、留坝、太白、华山, 考虑到地形降水的局地性和不连续性, 便于比较差异, 资料不进行平滑和插值处理。

## 2 地形降水年际变化特征

地形云是湿空气在气流作用下经抬升成云。在稳定或中性层结时常形成沿山脊扩展的层状云, 当气流较强时, 易形成地形波状云; 层结不稳定时, 地形强迫易触发能量释放形成对流云。有时还会对中尺度系统产生影响, 改变云降水特征。降水发生、发展不仅受大气动力、热力过程和云微物理过程共同影响, 而且各种地形, 如大的青藏高原、中的秦岭、小的丘陵也会对大气运动产生影响, 地形与大气相互作用复杂性使降水变的更加复杂<sup>[13]</sup>。因此, 在降水年际变化中不仅留下了大尺度环流变化印迹, 也真实记录了地形等局地影响带来的变化, 通过分析和差异比较, 获得降水年际变化特征, 据此探讨局地影响。

### 2.1 多年平均年降水量分布特征

近 50 年, 年平均降水量总体为南高北低、西高东低, 其值为 505~1 268 mm, 相差 2 倍多, 低值集中在关中, 反映出秦岭阻挡作用, 西高东低与地势西高东低对应, 反映出气流受山脉阻挡, 中低层绕流在山谷川道形成偏东回流, 遇地形阻挡抬升所致<sup>[14]</sup>。多个高值区分别为宁强、佛坪、宁陕、镇巴、紫阳、汉阴、镇坪、平利, 为暴雨频发区, 集中于大巴山北坡和陕南谷地。年均值超过 800 mm 的站达 30%, 夏季均值超过 300 mm 的站达 60%。

### 2.2 降水年际变化特征

分析 54 站年、夏季降水变率 (图 1) 以讨论年际变化, 分析 54 个站夏季降水变率与春夏秋冬降水变率关系 (图 2) 以了解区域地气系统能量交换对降水分布的响应。

图 1a 显示: (1) 近 50 a 来, 区域降水总体减少, 减少站达 82% 以上, 主要是大尺度背景场变化所致, 也与西北降水变化特征一致<sup>[10-11]</sup>。(2) 降水减少率最大的 3 站为宁强和华山达  $-47\text{ mm}/10\text{ a}$ 、略阳  $-31\text{ mm}/10\text{ a}$ , 50 a 降水各减少  $-236$ 、 $-233$ 、 $-157\text{ mm}$ , 分别占各自年均雨量的 21%、28%、19%; 降水增加率最大的 3 站为安康达  $10.7\text{ mm}/10\text{ a}$ 、商南  $10.2\text{ mm}/10\text{ a}$ 、高陵达  $8.4\text{ mm}/10\text{ a}$ , 50 a 降水各增加 54、51、42 mm, 分别占各自年均雨量的 6.6%、6.1%、8.3%, 并且地形、海拔高度、经纬度相似的站出现了有增有减情况,

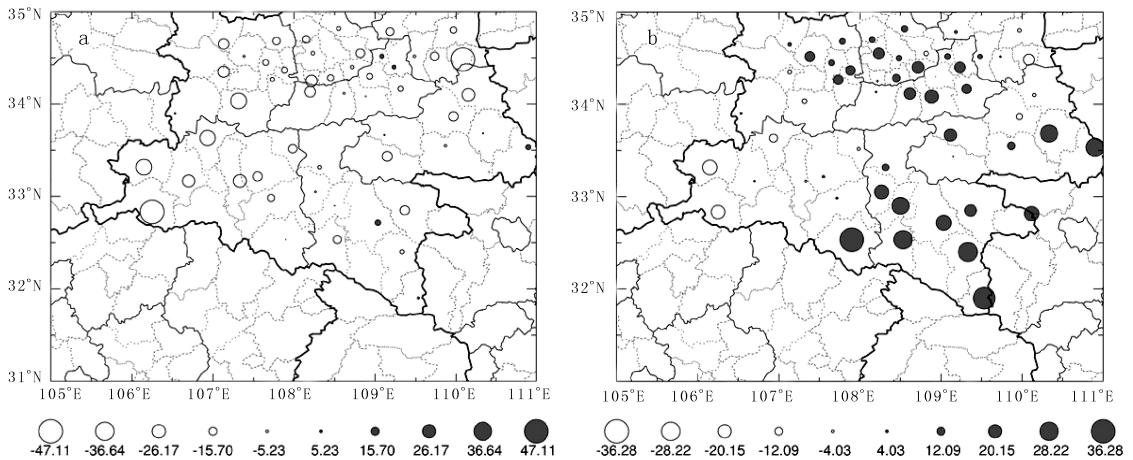


图 1 关中、陕南 54 站年(a)和夏季(b)降水变率(单位:  $\text{mm}/10\text{ a}$ )

充分反映出局地影响的复杂性和多样性。(3)区域西部降水明显减少、东部却有9站降水增多,与西北降水变化特征<sup>[10-11]</sup>相反;西部降水减少可能与气溶胶抑制降水有关,东部降水增多站均集中于河流经过的谷地,也许与当地湿度、局地辐合等有关,但程度大到摆脱区域整体下降趋势而变为上升的机理仍不清楚,值得今后进一步探究。

图1b显示:(1)近50a来,夏季降水以增加为主,增加站达72%以上,降水向夏季集中倾向明显。(2)降水增加率最大3站为镇巴、镇坪、平利,分别为36、33、29 mm/10 a,与年降水增加率最大3站不一致,均为暴雨多发站,50 a夏季雨量各增多181、166、146 mm,分别占各自夏季平均雨量的31%、36%、35%,即这3个暴雨站夏季雨量比50 a前增加了近1/3,说明暴雨频次和强度均大于50 a前,值得在防灾减灾中警惕。(3)降水减少率最大3个站仍为略阳、宁强、华山,分别为-22、-21、-17 mm/10 a,50 a夏季雨量各减少-112、-104、-84 mm,分别占各自夏季平均雨量的26%、20%、22%,减少站主要集中在秦岭山上和区域西部。

夏季降水增加,除受大尺度背景场变化影响外,局地原因:一是受气溶胶成冰作用影响,因气溶胶充当冰核平均温度为 $-22^{\circ}\text{C}$ ,夏季降水云系深厚易满足成冰温度条件,则气溶胶能够通过启动冷云降水恢复被其抑制的暖云降水,减缓气溶胶抑制降水的作用;二是春秋冬季降水减少与夏季降水增多相对应(见图2),说明区域为了保持地气系统能量总体平衡,春秋冬季降水减少势必引发夏季降水增多。真正机理仍需进一步探索。

### 2.3 不同雨强年际变化特征

2.3.1 日降水小于5 mm 由图3可见,日雨量 $<5\text{ mm}$ 雨日数减少站达96%,雨日减少率最大的3站为镇安、丹凤、高陵,减少率分别为-11、-9、-8 d/10 a,50 a雨日各减少-56、-47、-41 d,均超过1个月,分别占各自年均雨日的45%、40%、44%,3站 $<5\text{ mm}$ 小雨天数比50 a前减少了近4成,说明对工农业等各方面都有利的小雨比50 a前减少非常多,值得广泛注意。雨日增多站只有西乡和勉县,与50 a前比各增加了

10 d和2 d。年雨量减少站达92%,减少率最大的3站为镇安、商南、华县,分别为-6.7、-6.5、-6.3 mm/10 a,年雨量各减少了一33、一33、一31 mm,分别占各自年均雨量的30%、29%、37%。夏季雨日减少站达93%,增多站只有西乡、太白和略阳;夏季雨量减少站达70%。

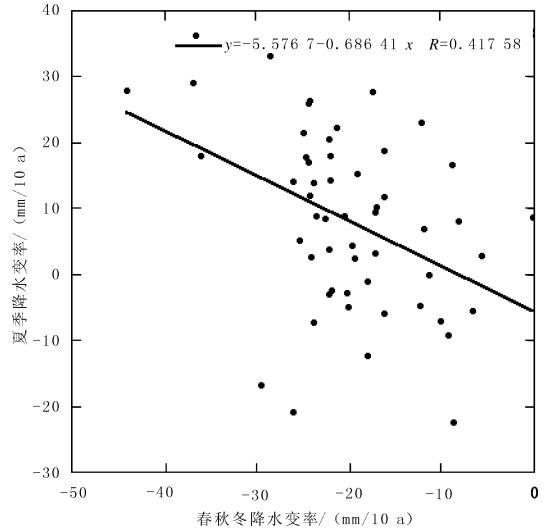


图2 夏季降水变率与春秋冬季降水变率关系图

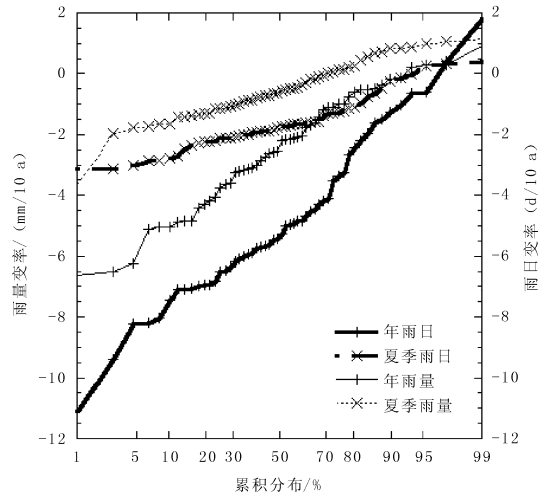


图3 关中、陕南年、夏季日降水 $<5\text{ mm}$ 雨量和雨日数累积分布图

2.3.2 日降水大于等于50 mm 由图4可见,日雨量 $\geq 50\text{ mm}$ 雨日增加站达65%,年雨量增加站达73%;夏季雨日数增加站达73%,雨量增加站达77%。夏季暴雨日增加最多的3站为镇巴、紫

阳、镇坪, 与 50 a 前相比, 分别增加 1.8、1.3、1.1 d, 增雨量达 171、95、103 mm, 分别占各自夏季暴雨平均雨量的 64%、50%、72%, 即夏季暴雨雨量比 50 a 前增加了 1/2 以上, 进一步说明暴雨频次和强度均大于 50 a 前, 暴雨灾害形势更加严峻。

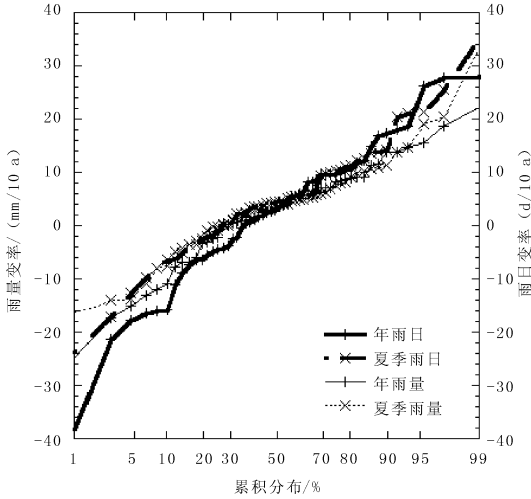


图 4 关中、陕南 54 站年、夏季日降水  $\geq 50$  mm 雨量和雨日数累积分布图

可见, 不同雨强年际变化为小雨减少暴雨增多。形成这一现象除了环流影响、地形作用外, 气溶胶可能是主要原因, 因为气溶胶抑制降水作用对薄云最明显, 而对深厚云系而言, 因成冰作用和冰相潜热释放大于水相, 有可能导致降水增加, 即小雨减少大雨增大<sup>[15]</sup>。如果区域地气能量交换能够调节降水分布, 那么, 降水变化中反映出向夏季集中、暴雨增多的现象, 就有可能通过人工影响方式调节降水时空分布, 减缓暴雨灾害。

### 3 小结与讨论

50 a 来, 陕南、关中年降水总体减少, 西部减少程度大于东部, 降水向夏季集中, 小雨减少暴雨增多。地形降水影响因素多, 作用错综复杂, 有关地形作用及气溶胶影响降水问题仍需今后进一步探究证实。

#### 参考文献:

[1] Huang Ronghui, Zhou Liantong, Chen Wen. The progresses of recent studies on the variabilities of

East Asian monsoon and their causes [J]. *Adv Atmos Sci*, 2003, 20: 55-69.

- [2] 申乐琳, 何金海, 周秀骥, 等. 近 50 年来中国夏季降水及水汽输送特征研究 [J]. *气象学报*, 2010, 68 (6): 918-931.
- [3] 王绍武, 蔡静宁, 朱锦红. 19 世纪 80 年代到 90 年代中国年降水量的年代际变化 [J]. *气象学报*, 2002, 60 (5): 637-640.
- [4] 黄荣辉, 顾雷, 陈际龙, 等. 东亚季风系统的时空变化及其对中国气候异常影响的最近研究进展 [J]. *大气科学*, 2008, 32 (4): 691-719.
- [5] 陈隆勋, 周秀骥, 李维亮, 等. 中国近 80 年来气候变化特征及其形成机制 [J]. *气象学报*, 2004, 62 (5): 634-645.
- [6] 李建平, 曾庆存. 一个新的季风指数及其年际变化和雨量的关系 [J]. *气候与环境研究*, 2005, 10 (3): 351-365.
- [7] 魏凤英, 张婷. 淮河流域夏季降水的振荡特征及其气候背景的联系 [J]. *中国科学: D 辑*, 2009, 39 (10): 1360-1374.
- [8] 卫玮. 夏季东亚西风急流与陕西降水的关系 [J]. *陕西气象*, 2011 (6): 5.
- [9] 田荣湘, 高玲, 高由禧. 中国西北干旱区降雨量的时空变化 [J]. *高原气象*, 1995, 14 (1): 90-95.
- [10] 李栋梁, 魏丽, 蔡英, 等. 中国西北现代气候变化事实与未来趋势展望 [J]. *冰川冻土*, 2003, 25 (2): 135-142.
- [11] 陈冬冬, 戴永久. 近五十年我国西北降水强度变化特征 [J]. *大气科学*, 2009, 33 (5): 923-935.
- [12] 施雅风, 沈永平, 李栋梁, 等. 中国西北气候由暖干向暖湿转型问题评估 [M]. 北京: 气象出版社, 2003.
- [13] 廖菲, 洪延超, 郑国光. 地形对降水的影响研究概述 [J]. *气象科技*, 2007, 35 (3): 309-316.
- [14] 慕建利, 李泽椿, 李耀辉. 高原东侧特大暴雨中秦岭山脉的作用 [J]. *高原气象*, 2009, 28 (6): 1282-1290.
- [15] Rosenfeld D, Dai Jin, Yu Xing, et al. Inverse relations between amounts of air pollution and orographic precipitation [J]. *Science*, 2007, 315: 1396-1398.