

宁夏连阴雨气候变化特征分析研究^{*}

张智^{1,2}, 梁培¹, 陈玉华¹, 梁旭²

(1. 宁夏气象信息中心, 宁夏 银川 750002; 2. 宁夏气象防灾减灾重点实验室, 宁夏 银川 750002)

摘要:选取宁夏20个气象站的气象观测资料,运用数理统计法、Lepage检验和小波分析等方法,分析了宁夏全年和汛期(5-9月)连阴雨发生次数的气候变化特征及其突变、周期变化。结果表明:自1990年以后,宁夏全年和汛期连阴雨发生了明显变化,连阴雨发生次数均呈减少的趋势,年际变化和年代际变化特征明显;南部山区连阴雨明显多于北部地区,高发中心位于南部六盘山东麓,六盘山东麓连阴雨多于西麓;连阴雨未发生突变;全年连阴雨存在3~5年的短周期和10年、16~18年左右的长周期;汛期连阴雨存在着4~6年的短周期和12年的长周期。

关键词:宁夏;连阴雨;气候特征;小波分析法;Lepage检验法;数理统计法

中图分类号: P426.62 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X(2010)01-0069-04

0 引言

宁夏地处西北内陆,远离海洋,境内呈“南高北低”的地形地貌特点,南部是黄土高原,中部为鄂尔多斯台地丘陵,北部由黄河冲积平原、贺兰山脉组成。由于地形的影响,宁夏各地降水具有明显的南北差异,南部地区年平均降水量是北部地区的3.7倍;由于季风的影响,宁夏各地降水主要集中在5-9月,其间降水量占年降水量的80%以上;连阴雨既是宁夏滑坡、塌陷等自然灾害的主要诱发因素,又是宁夏中南部地区水资源的重要来源;冬季持续性降水能够提高干旱地区的土壤墒情,春季和夏季持续性降水能解除农业旱情,有利于宁夏中南部干旱地区的农业生产活动。

关于西北地区降水的研究已有很多^[1-7],近年来宁夏也有很多气象工作者研究了宁夏的降水变化特征^[8-12],但这些多侧重于降水变化特征和暴雨天气过程的分析研究,有关宁夏连阴雨气候变化特征及其突变和周期等方面的研究还比较少。有研究表明1990年代以后宁夏降水呈减少的趋势^[12],但连阴雨发生次数的气候特征是否发生了变化?有无年际、年代际变化规律?有无突变和周期?利用宁夏19个气象站47年气象观测资料,分析了宁夏全区连阴雨发生次数的年际、年代际

变化规律及其突变和周期,对比分析了1990年代前后宁夏连阴雨发生次数的气候特征,可为宁夏降水预测预报提供科学依据。

1 资料和方法

选取宁夏19个气象站1961-2007年逐日降水量、总云量资料(日界为北京时20:00时),以连阴雨、连阴雪(以下统称连阴雨)发生次数作为定量表征指标。根据宁夏气候特点,对连阴雨的统计标准定义为:

(1)若连续3d日降水量 ≥ 0.1 mm,且日平均总云量 ≥ 8 成,记为一次连阴雨过程;

(2)若连续4~5d,其间允许有1个非雨日,且该非雨日日平均总云量 ≥ 8 成;

(3)若连续6d以上,其间允许有2个非雨日,且该非雨日日平均总云量 ≥ 8 成,但不能有连续2个非雨日。

本文运用数学统计方法分析宁夏连阴雨天气的气候变化特征;运用Lepage突变检验法进行气候突变分析;运用小波分析法分析周期变化。因汛期(5-9月)是宁夏各地的主要降水时期,文中重点对全年降水量和汛期降水量的时空变化特征进行分析。

* 收稿日期:2009-08-18

基金项目:宁夏科技攻关项目“宁夏极端气候事件及气象灾害的变化研究”(KGX-12-09-02);宁夏自然科学基金项目“宁夏连阴雨(雪)事件变化及机理研究”(NZ08160)

作者简介:张智(1967-),男,山东泰安人,学士,高级工程师,主要从事气候分析工作.E-mail:zz_tt@126.com

2 时空分布特征

2.1 年际变化

从宁夏年连阴雨发生次数距平的年际变化图(图 1a)中可以看到,宁夏年连阴雨发生次数总体呈负趋势,气候倾向率分别为 -3.2 次/ 10 a,线性趋势系数为 -0.1814 ,未通过显著性水平为 0.10 (0.2478)的检验,表明宁夏年连阴雨发生次数的总体负趋势不明显。累积距平主要表现为“两升两降”型变化,1960 年代初期至 1970 年代中后期为连阴雨多发阶段,1970 年代后期至 1980 年代中后期为连阴雨少发阶段,1980 年代后期至 1990 年代初期为连阴雨多发阶段,1990 年代中期以后再次出现连阴雨少发阶段。从年代际变化看,1960 年代平均出现 92.4 次(1961–2007 年平均 87.1 次),1970 年代平均为 90.7 次,1980 年代平均为 89.3 次,1990 年代平均只有 77.5 次,2001–2007 年平均为 85.3 次;1960、1970、1980 年代均为正距平,而 1990 年代和 2001–2007 年为负距平,亦即宁夏年连阴雨从 1990 年代之前的偏多期转为 1990 年代之后的偏少期。

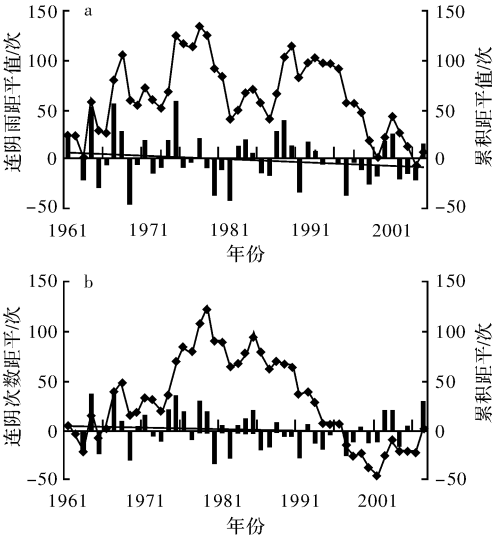


图 1 宁夏全年(a)和汛期(b)连阴雨距平逐年变化(柱状为距平值,实直线为线性趋势线,折线为累积距平值)

从宁夏汛期连阴雨发生次数距平年际变化图(图 1b)可以看到,宁夏汛期连阴雨发生次数总体上也呈现为负趋势,气候倾向率分别为 -1.6 次/ 10 a,线性趋势系数为 -0.1199 ,未通过显著性水平为 0.10 的检验,表明宁夏汛期连阴雨发生次数的总体负趋势不明显。累积距平主要表现为“一升一降”型变化,1960 年代初期至 1970 年代后期为

连阴雨多发阶段,1980 年代初期以后为连阴雨少发阶段。从各年代变化看,1960 年代平均出现 59.9 次(1961–2007 年平均 58.0 次),1970 年代平均为 65.1 次,1980 年代平均为 55.4 次,1990 年代平均只有 47.8 次,2001–2007 年平均为 63.7 次;1960、1970 年代和 2001–2007 年均为正距平,而 1980、1990 年代为负距平,亦即宁夏汛期连阴雨从 1980 年代之前的偏多期转为 1980 年代之后的偏少期,但 2001–2007 年又有转为偏多的趋势。

从以上分析可以看到,宁夏近 47 年来全年和汛期连阴雨发生次数总体上均呈减少的趋势,其中全年减少的趋势比汛期减少的趋势大,线性趋势系数均未通过显著性检验,减少趋势不明显。全年连阴雨发生次数的累积距平主要表现为“两升两降”型变化,存在着明显的偏多年和偏少年;汛期连阴雨发生次数则表现为“一升一降”型变化,也存在着明显的偏多年和偏少年,两者的年际变化和年代际变化特征均很明显。

2.2 月际变化

图 2 为宁夏连阴雨发生次数的月际变化图。从图 2 中可以看到,1990 年代前后相比,宁夏连阴雨仍然集中出现在 7–9 月,12 月和 1 月出现最少,但各月出现频次却有所不同。其中 2、4、5、8、9、10 和 11 月表现为减少趋势,尤其是 5、8 和 10 月减少明显,连阴雨频次分别减少了 3.0、4.3 和 3.7 次;1、3、6 和 7 月表现为增加趋势,但增加趋势不明显,只有 7 月增加了 1.7 次,其他 3 个月增加频次均在 0.5 次以下;12 月频次未发生变化。

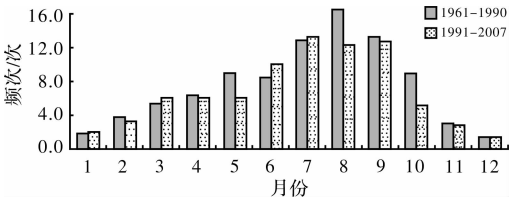


图 2 宁夏连阴雨平均发生次数月变化

2.3 空间分布

从宁夏各地连阴雨平均发生次数的空间分布(图 3a、3b)可以看到:1990 年代以后各地连阴雨发生次数均减少,1961–1990 年年均发生 2.2 ~ 12.9 次,1991–2007 年年均发生 1.7 ~ 11.4 次,南部地区减少的次数明显多于北部地区;宁夏连阴雨高发中心位于南部地区六盘山东麓的泾源,少发中心位于北部地区贺兰山北端的惠农,1961–1990 年两者年均发生次数相差 5.9 倍,1991–

2007 年相差 6.7 倍, 亦即北部地区连阴雨减少的速度比南部地区快; 六盘山东麓连阴雨发生次数明显多于西麓, 隆德、西吉位于六盘山西麓, 其连阴雨次数明显少于六盘山东麓的泾源。这是因为六盘山东南坡是暖湿空气进入宁夏的主要通道^[13], 由于山地地形的抬升作用, 使得南部山区的连阴雨次数远远多于其他地区; 贺兰山北部地区的连阴雨发生次数明显少于其他地区, 惠农位

于贺兰山北端与卓子山之间的风口地区, 其连阴雨次数明显少于邻近的平罗。从以上分析可知, 1990 年代以后, 宁夏各地连阴雨发生次数出现了明显的变化, 1961 - 1990 年年均发生 2.2 ~ 12.9 次, 1991 - 2007 年年均发生 1.7 ~ 11.4 次, 连阴雨高发中心位于南部山区六盘山东麓迎风坡的泾源, 少发中心位于北部地区贺兰山北端与卓子山之间风口的惠农。

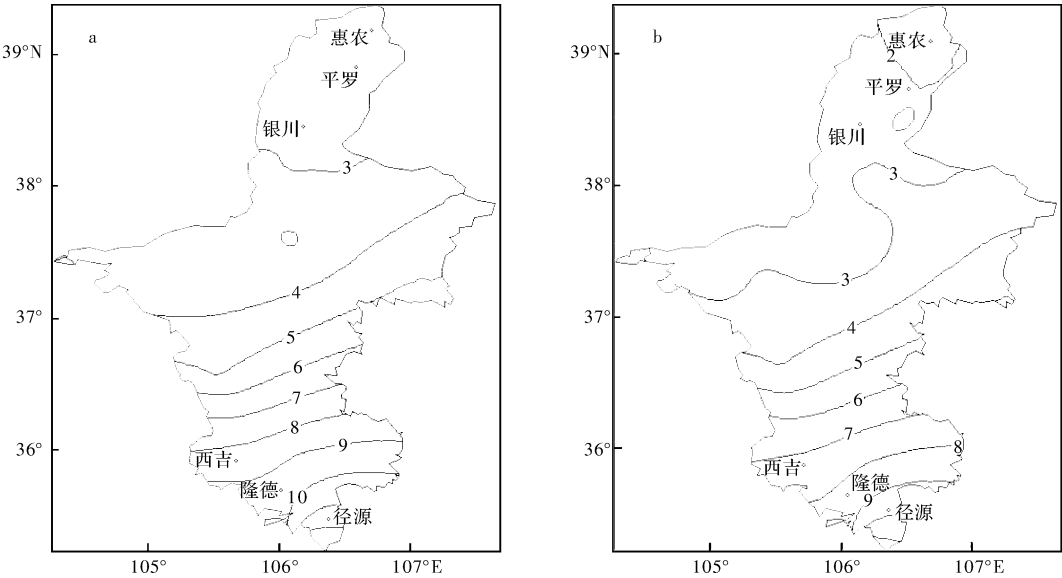


图3 宁夏 1961 - 1990 年(a)与 1991 - 2007 年(b)连阴雨平均次数分布图

3 突变检验

宁夏全年和汛期连阴雨发生次数分别在 1990 年代和 1980 年代出现了明显变化(图 1), 但是否出现了气候上的突变? 在此用 Lepage 突变检验法^[14]进行检验。图 4 为宁夏全年和汛期连阴雨发生次数序列的 Lepage 检验统计量变化图, 从图中可以看到, 虽然全年连阴雨发生次数序列 Lepage 统计量在 1996 年出现一个峰值 4.81, 汛期连阴雨发生次数序列 Lepage 统计量在 1973 年和 1979 年各出现一个峰值 3.95, 但两个序列的峰值均没有通过置信度为 95% 检验的临界值 5.99, 没有十分显著的突变现象发生。

4 周期分析

运用 Mexihat 小波分析方法^[14]分析宁夏全年和汛期连阴雨发生次数在不同时间尺度上的变化特征。

从宁夏全年和汛期连阴雨发生次数的小波分

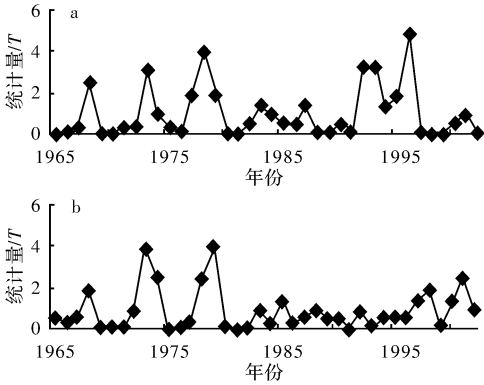


图4 宁夏全年(a)和汛期(b)连阴雨发生次数的突变检验

析图(图 5)中可以看到, 宁夏全年和汛期连阴雨发生次数确实存在明显的年际变化和年代际变化特征。年连阴雨(图 5a)存在着 3 ~ 5 年的短周期, 1990 年代以前的周期强中心出现在 1960 年代中后期, 1990 年代以后的周期强中心出现在 21 世纪初期; 存在 10 年、16 ~ 18 年的长周期, 其中 10 年的周期强中心出现在 1970 年代中期, 16 ~ 18 年的周期强中心出现在 1980 年代后期。汛期连阴雨(图 5b)存在着 4 ~ 6 年的短周期, 周期强中心分别出现在 1960 年代中后期和 1980 年

代中期；存在的 12 年长周期强中心出现在 1970 年代中期。

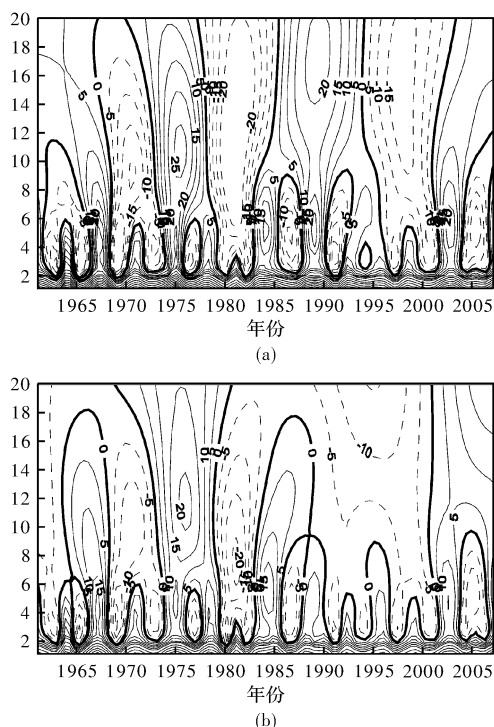


图 5 宁夏全年(a)和汛期(b)连阴雨发生次数的 Mexihat 小波分析

5 小结

通过对宁夏连阴雨发生次数的时空变化规律及其突变、周期的分析研究，得到以下结论：

(1) 宁夏全年和汛期连阴雨发生次数均呈减少的趋势，全年比汛期的减少的趋势大，线性趋势系数均未通过显著性检验，减少趋势不明显，年连阴雨发生次数的累积距平主要表现为“两升两降”型变化，汛期表现为“一升一降”型变化，存在着明显的偏多年和偏少年，两者的年际变化和年代际变化特征均很明显。

(2) 宁夏连阴雨均集中出现在 7-9 月，各地连阴雨发生次数均减少，南部山区减少的次数明显多于北部地区；连阴雨高发中心位于南部六盘山东麓，少发中心位于北部贺兰山北端；六盘山东

麓的连阴雨发生次数明显多于西麓，而贺兰山北部地区的连阴雨发生次数明显少于其他地区。

(3) 通过 Lepage 检验方法的检验，虽然全年连阴雨在 1996 年、汛期连阴雨在 1973 年和 1979 年均出现峰值，但均没有发生突变现象。

(4) 通过小波分析，宁夏全年连阴雨存在着 3~5 年的短周期和 10 年、16~18 年左右的长周期；汛期连阴雨存在着 4~6 年的短周期和 12 年的长周期。

参考文献：

- [1] 张列锐, 侯建忠, 王川, 等. 陕西大暴雨时空分布特征及减灾对策[J]. 灾害学, 1999, 14(2): 38-42.
- [2] 林纾, 陆登荣. 近 40 年来甘肃省降水的变化特征[J]. 高原气象, 2004, 23(6): 898-904.
- [3] 张弘, 孙伟. 2003 年陕西持续性暴雨成因分析[J]. 灾害学, 2004, 19(2): 55-61.
- [4] 林纾, 赵建军, 瞿汶. 2003 年夏秋季大气环流异常对西北地区降水的影响[J]. 灾害学, 2004, 19(3): 62-65.
- [5] 汪青春, 秦宁生, 唐红玉, 等. 青海高原近 44 年来气候变化的事实及其特征[J]. 干旱区研究, 2007, 24(2): 234-239.
- [6] 李艳春, 桑建人, 舒志亮. 用最长连续无降水日建立宁夏的干旱预测概念模型[J]. 灾害学, 2008, 23(1): 10-13.
- [7] 白爱娟, 方建刚, 张科翔. TRMM 卫星资料对陕西及周边地区夏季降水的探测[J]. 灾害学, 2008, 23(2): 41-45.
- [8] 纪晓玲, 贾宏元, 沈跃琴. 2002 年 6 月 7-8 日宁夏区域性暴雨天气过程分析[J]. 干旱气象, 2004, 22(2): 17-22.
- [9] 丁永红, 王文, 陈晓光, 等. 宁夏近 44 年暴雨气候特征和变化规律分析[J]. 高原气象, 2007, 26(3): 630-636.
- [10] 肖云清, 胡文东, 赵立斌, 等. 宁夏中北部两次强暴雨过程综合对比分析[J]. 高原气象, 2008, 27(3): 576-583.
- [11] 郑广芬, 陈晓光, 孙银川, 等. 宁夏气温降水蒸发的变化及其对气候变暖的响应[J]. 气象科学, 2006, 26(4): 412-421.
- [12] 陈晓光, 苏占胜, 郑广芬, 等. 宁夏气候变化的事实分析[J]. 干旱区资源与环境, 2005, 19(6): 43-47.
- [13] 宁夏气象局. 宁夏气象志[M]. 北京: 气象出版社, 1995: 67-72.
- [14] 魏凤英. 现代气候统计诊断与预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 1999: 73-112.

(下转第 88 页)