

宁夏中雨及以上降水过程气候特征统计分析

张楠楠¹, 桑建人², 杨侃², 纪晓玲²

(1. 宁夏回族自治区气象局, 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:利用 1961~2009 年宁夏 20 个气象观测站逐日雨量资料, 分析了近 49 a 来宁夏中雨及以上降水过程气候统计特征。结果表明: 中雨及以上降水事件自北向南依地势逐渐增多, 南部黄土丘陵区比引黄灌区多 2 倍; 中雨对过程贡献较大, 暴雨事件逐渐增多; 统计过程雨强, 宁夏出现 2.0 mm/h > 雨强 \geq 1.0 mm/h 的频次最多, 雨强 \geq 4.0 mm/h 出现的频次最少, 4.0 mm/h > 雨强 \geq 3.0 mm/h 和雨强 < 1.0 mm/h 的中雨及以上降水过程出现频次由 1980 年代开始逐渐增多; 1961、1964、1985 和 1990 年是宁夏中雨及以上降水过程多发的极端年份。

关键词:中雨; 特征; 雨强

中图分类号:P468.0⁺24

文献标识码:A

引 言

全球气候变暖、极端气候事件及其对人类社会发展的影响已成为当前世界各国政府和科学界十分关注的重大问题^[1-3]。暴雨是我国常见的灾害性天气, 尤其是持续时间长的中雨及以上降水事件对我国的社会经济有着非常重要的影响。近年来在世界大范围气候异常频繁出现的情况下, 国内专家对全国范围降水变化有诸多研究^[4-5], 研究指出不同地区、不同时段降水变化趋势并不相同。郭艳君等^[6]对我国西北地区夏季旱涝气候特征研究分析表明, 西北东部的农牧过渡地带和黄河上中游是气候变化的敏感地带, 且严重旱涝较为频繁, 而 6 月是西北东部最易发生雨涝的月份, 1980 年代以后随着全球气候变暖, 雨涝事件显著增多。

宁夏地处西北东部, 中雨及以上降水过程与经济关系最为紧密, 因此加强对宁夏中雨及以上降水过程气候变化特征的研究, 对防御和减轻灾害带来的损失, 具有非常重要的作用。近年来, 前人对西北地区降水方面的研究做了许多工作^[7-15], 研究工作主要集中在降水事件的变化方面, 而对于过程降水量气候特征的分析较少, 目前专门针对宁夏区域中雨及以上降水过程的气候特征研究区内还没有。本文利用宁夏近 49 a 逐日降水量资料, 在更长时间

尺度和空间上, 从时空分布特征、过程雨强、灾害统计和年、月的极端事件等角度来分析宁夏中雨及以上降水事件的气候统计特征。

1 资料与方法

根据用于气候统计研究的资料必须满足均一性、代表性的要求, 选取宁夏 20 个气象观测站 1961~2009 年的逐日雨量资料, 对宁夏引黄灌区、中部干旱带和南部黄土丘陵区中雨及以上降水事件的时空气候变化特征进行统计分析。

中雨及以上降水过程标准: 指连续数小时发生有效降水, 过程雨量 \geq 10 mm。其中, 中雨过程: 过程雨量在 10.1~25.0 mm 之间, 大雨过程: 过程雨量在 25.1~50.0 mm 之间, 暴雨过程: 过程雨量 > 50.0 mm。

雨强: 每次降水过程自记纸上逐小时雨量(单位为 mm/h), 并按雨强 \geq 4.0、4.0 > 雨强 \geq 3.0、3.0 > 雨强 \geq 2.0、2.0 > 雨强 \geq 1.0、雨强 < 1.0 5 个等级进行统计分析。

2 中雨及以上降水过程时空分布

2.1 空间分布特征

从全区年均发生中雨及以上降水过程站次的空间分布(图 1)来看, 宁夏年均中雨及以上降水过程

收稿日期:2009-09-11; 改回日期:2010-02-11

作者简介:张楠楠(1983-), 女, 大学本科, 助理工程师, 主要从事短时监测预警及短期天气预报工作。E-mail: nxplznn@163.com

发生站次自北向南(低海拔向高海拔地区)依地势呈逐渐增多趋势,其中,引黄灌区年均发生 4.7 站次,中部干旱带年均发生 7.8 站次,而南部黄土丘陵区年均发生 13.0 站次,较引黄灌区出现站次多近 3 倍。全区出现次数最多的是泾源,年均发生 15.4 站次;最少的是中卫,仅出现 4.1 站次。

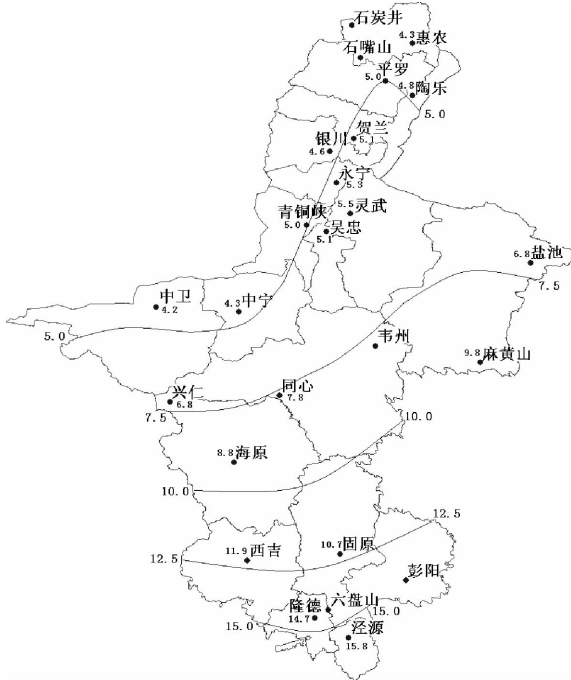


图 1 全区年均发生中雨及以上降水站次的空间分布

Fig. 1 The spatial distribution of annual mean station numbers in the whole region with rainfall over 10 mm

2.2 年际变化

2.2.1 中雨及以上降水过程年际变化

1961~2009 年近 49 a 中,全区共出现 1 980 次中雨及以上降水过程,年平均发生 40.4 次。

从图 2a 可以看出,宁夏全区中雨及以上降水过程有明显的年际变化特点,49 a 中有 21 a 发生中雨及以上降水过程的次数都超过了年平均次数,其中,1961~1990 年的 30 a 中有 15 a,1991~2009 年的 19 a 中只有 6 a,可看出中雨及以上降水过程有逐渐减少的趋势。据宁夏灾害大典统计:1961~2000 年,全区发生有记录的洪涝灾害 33 次,对应中雨及以上降水过程次数较多的年份(1961、1964、1967、1968、1973、1977、1984、1985、1990 年),洪涝灾害尤为明显,给工农业生产和人民生命财产造成了巨大的损失。从逐年分布来看,1982 年中雨及以上降水过程发生最少,只有 16 次,1961 年中雨及以上降水过程最多,高达 62 次,是最少年的 3.875 倍。

2.2.2 中雨、大雨和暴雨出现站次年际变化

从宁夏 49 a 中雨、大雨和暴雨出现站次的年际变化曲线(图 2b)来看,中雨和暴雨过程发生站次变化基本呈相同的变化规律,其中,中雨出现站次明显偏多,1961 年发生中雨站次最多,共计 195 站次,1985 年发生中雨站次次多,达 193 站次,其它年份均呈规律性的周期变化;而暴雨发生站次呈逐渐增多的趋势,2007 年发生暴雨站次最多,高达 25 站次,2008 年次多,共计出现暴雨 19 站次。

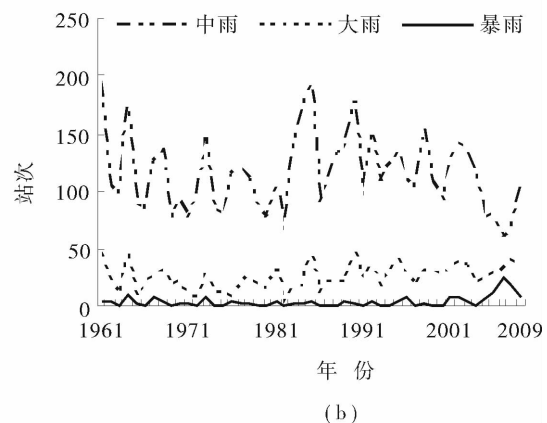
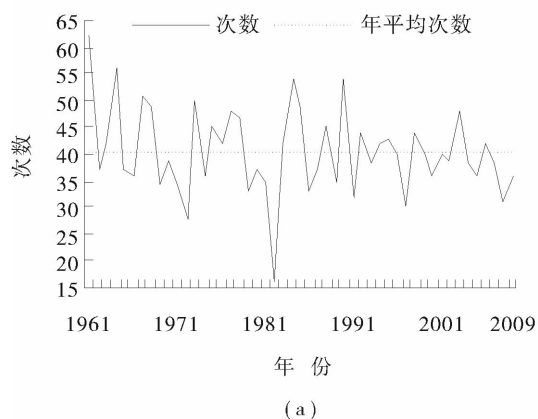


图 2 1961~2009 年全区中雨及以上降水过程次数变化(a)和出现站次的年际变化(b)

Fig. 2 The frequency variation of rainfall over 10 mm(a) and annual change of station numbers with rainfall over 10 mm(b) in the whole region from 1961 to 2009

2.3 年代际变化

2.3.1 中雨及以上降水过程年代际变化

从图3看到,1960年代出现中雨及以上降水过程最多,为443次,占中雨及以上降水过程总次数的22.4%,年平均次数为44.3次;1970年代和1980年代出现中雨及以上降水过程一样多,均为400次,分别占中雨及以上降水过程总次数的20.2%,年平均次数均为40.0次;1990年代比1970、1980年代要少,共发生389次中雨及以上降水过程,占中雨及以上降水过程总次数的19.6%;2001~2009年的年平均次数比1990年代略为减少,为38.7次,9a的总次数占49a中雨及以上降水过程总次数的17.6%。这种变化说明,1960年代是宁夏中雨及以上降水天气的频发期,从1960年代后期开始减少,1970年代和1980年代持平,1990年代和2001~2009的中雨及以上降水天气过程有所减少,总体上呈逐渐减少趋势。

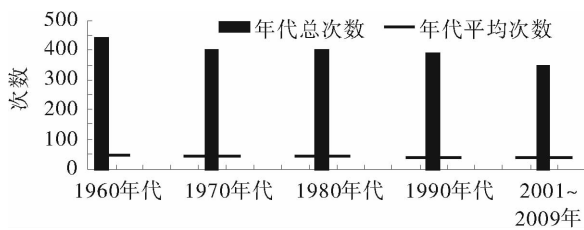


图3 近44 a全区中雨及以上降水过程各年代总次数及年均次数变化

Fig.3 Decadal and annual variation of rainfall events with precipitation over 10mm in recent 44 years

2.3.2 中雨、大雨和暴雨发生站次的年代际变化

为了探求中雨、大雨和暴雨发生站次的年代际变化规律,对中雨、大雨和暴雨在降水过程中的贡献程度进行分析(图4),得到全区近49 a中雨及以上降水过程中中雨贡献最大,平均占总站数的79%,其次是大雨,暴雨贡献最小,平均只占总站数的3.

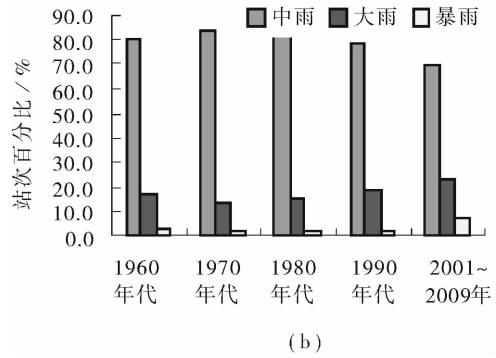
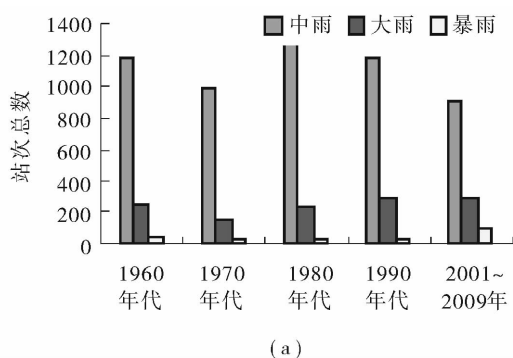


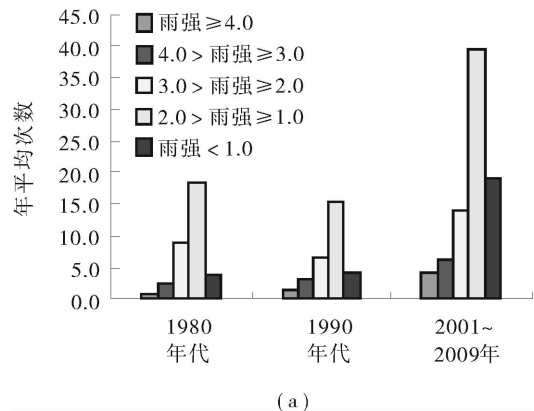
图4 中、大和暴雨过程出现站次总数变化(a)和出现站次百分比(b)

Fig.4 Decadal change of station numbers with moderate rain, heavy rain and rainstorm(a), and percentages for their occurring times(b)

5%;从1970年代开始,中雨发生站次百分比逐渐下降,而大雨发生站次百分比呈逐渐增加的趋势;从80年代开始,发生暴雨的站越来越多,2001至2009年共出现暴雨98站次,占此年代中雨及以上降水过程总站次的7.6%,是80年代的4倍。

3 雨强分布特征

由于1960至1970年代无逐时降水量资料,无法计算雨强,所以仅对1981~2009年的雨强资料进行分析。据统计,2007年9月2日的降水过程,平罗雨强最大,达19.9 mm/h。综合图5可以看出宁夏2000年代各雨强段出现的频次均有明显的增加;出现 $2.0 > \text{雨强} \geq 1.0$ 的频次最多,年均达23.8次;雨强 ≥ 4.0 出现的频次最少,平均只有2.2次,其中2000年代出现次数最多,为4.0次; $4.0 > \text{雨强} \geq 3.0$ 和雨强 < 1.0 出现的频次由1980年代至2000年代稳定增加,在29 a里, $4.0 > \text{雨强} \geq 3.0$ 的频次增加了3.8次,雨强 < 1.0 的频次增加了15.4次,可



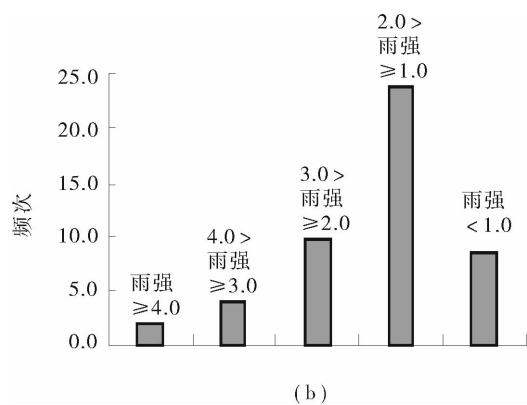


图5 1981~2009年中雨及以上降水过程出现各年代的雨强频次(a)及各雨强段出现频次(b)

Fig. 5 Decadal mean frequency of each level rainfall intensity (a) and their total frequency (b)

见从1980年代开始全区出现 $4.0 >$ 雨强 ≥ 3.0 和雨强 < 1.0 的中雨及以上降水过程在逐渐增多; $3.0 >$ 雨强 ≥ 2.0 出现的频次年均达9.8次,其中2000年代最多,达14.0次。

4 极端年、月、区域及逐站极端个例分析

统计1961~2009年宁夏20个观测站中雨及以上降水过程出现次数的极端年可以看到(表1):全区年平均出现中雨及以上降水过程143.0站次,最多出现了249站次,发生在1961年;最少出现71站次,发生在1982年。宁夏3大区域中,引黄灌区(11个观测站)年平均出现中雨及以上降水过程52.0站次,最多出现95站次,发生在1961年,这一年吴忠和灵武出现12次中雨及以上降水,惠农、银川和永宁3个观测站均出现10次中雨及以上降水,平罗、陶乐和青铜峡3站均出现8次中雨及以上降水,贺兰、中宁和中卫各出现9、1、7次中雨及以上降水;中部干旱带(5个观测站)年平均出现中雨及以上降水39.1站次,最多出现了86站次,发生在1985年,最少出现18站次,发生在1975和1982年;南部黄土丘陵区(4个观测站)年平均出现中雨及以上降水52.0站次,最多出现了93站次,发生在1961年,最少出现了29站次,发生在1979年。

统计1961~2009年宁夏20个观测站中雨及以上降水过程出现站次的极端月可以看到(表1):8月平均出现中雨及以上降水站次最多,为39.2站次,1961年发生最多,共计出现94站次,其中引黄

灌区出现51站次,中部干旱带出现24站次,南部黄土丘陵区出现27站次。2月出现最少,仅在1990年发生了1站次。1月和12月均未观测到中雨及以上降水过程发生。

表1 宁夏中雨及以上降水极端年、月统计表
Tab. 1 Statistics of extreme years and months of rainfall events with precipitation over 10 mm in Ningxia

| | | 全区 | 引黄灌区 | 中部干旱带 | 南部黄土丘陵区 |
|-----|------|-------|-------|----------------------|-----------------|
| 年 | 平均次数 | 143.0 | 52.0 | 39.1 | 52.0 |
| | 最多次数 | 249 | 95 | 86 | 93 |
| | 出现年份 | 1961年 | 1961年 | 1985年 | 1961年 |
| | 最少次数 | 71 | 14 | 18 | 29 |
| 3月 | 平均次数 | 1.5 | 0.7 | 0.4 | 0.3 |
| | 最多次数 | 14 | 9 | 4 | 3 |
| | 出现年份 | 1990年 | 1990年 | 1990,1998年 | 1972,1981年 |
| | 最少次数 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 4月 | 平均次数 | 8.0 | 3.1 | 2.3 | 2.6 |
| | 最多次数 | 34 | 19 | 10 | 10 |
| | 出现年份 | 1989年 | 1989年 | 1989,1998年 | 1998年 |
| | 最少次数 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 5月 | 平均次数 | 13.6 | 5.0 | 4.0 | 4.6 |
| | 最多次数 | 47 | 23 | 15 | 14 |
| | 出现年份 | 1998年 | 1988年 | 1985年 | 1983,1984,1998年 |
| | 最少次数 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 6月 | 平均次数 | 18.2 | 5.7 | 4.8 | 7.8 |
| | 最多次数 | 51 | 24 | 16 | 20 |
| | 出现年份 | 2002年 | 2002年 | 1986年 | 1994年 |
| | 最少次数 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 7月 | 平均次数 | 33.4 | 12.4 | 8.9 | 12.1 |
| | 最多次数 | 74 | 34 | 28 | 28 |
| | 出现年份 | 1964年 | 1995年 | 1964年 | 1964年 |
| | 最少次数 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 8月 | 平均次数 | 39.2 | 15.8 | 10.8 | 12.5 |
| | 最多次数 | 94 | 51 | 24 | 27 |
| | 出现年份 | 1961年 | 1961年 | 1985年 | 1968年 |
| | 最少次数 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 9月 | 平均次数 | 22.1 | 7.2 | 6.0 | 8.9 |
| | 最多次数 | 68 | 29 | 19 | 25 |
| | 出现年份 | 2001年 | 2002年 | 2001年 | 2001年 |
| | 最少次数 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 10月 | 平均次数 | 8.0 | 2.7 | 2.0 | 3.3 |
| | 最多次数 | 25 | 20 | 10 | 10 |
| | 出现年份 | 1973年 | 1973年 | 1985年 | 1961年 |
| | 最少次数 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 11月 | 平均次数 | 1.6 | 0.7 | 0.5 | 0.5 |
| | 最多次数 | 14 | 9 | 3 | 4 |
| | 出现年份 | 1971年 | 1971年 | 1962,1968,1971,1979年 | 1961年 |
| | 最少次数 | 1 | 1 | 1 | 1 |

单就各观测站来说,全区 1961~2009 年 20 个观测站中,南部黄土丘陵区由于中雨及以上降水天气多发,4 个观测站容易出现中雨及以上降水的极端情况。统计可知(表 2),全年出现中雨及以上降水次数最多的是泾源站,1961 年出现了 30 次中雨及以上降水过程。4 月出现中雨及以上降水次数最多的是海原(4 次)。5、6、9、10 月均是泾源站,7 月是固原站(9 次),8 月是隆德和泾源站(8 次)。

总体看,1961、1964、1985 和 1990 年是宁夏中雨及以上降水多发的极端年份,年中雨及以上降水过程均在 200 站次以上。据中雨及以上降水灾情资料记录,1961 年 8~11 月,全区雨量比常年偏多 5~9 成,发生秋涝。1964 年,全区大部地区年雨量偏多,宁夏平原川区达 300~390 mm;盐池地区达 490~590 mm;固原地区 650~792 mm,是 1961 年以来,雨量最多的一年。1985 年,8 月中旬至 9 月中旬,同心、盐池、固原、西吉、海原、彭阳、隆德、泾源、中卫、灵武、中宁等地遭受连阴雨灾害。这次连阴雨持续时间长,达 30 d 左右,是历史上少见的。中宁县鸣沙乡洪柳河半小时暴雨洪水水位高达 5.5 m,是 1961 年以来最大一次山洪。

表 2 宁夏测站中雨及以上降水极端年、月统计表

Tab. 2 Statistics of extreme years and months of rainfall events with precipitation over 10 mm in each meteorological station in Ningxia

| | 站名 | 出现次数 | 出现年份 |
|--------|-------|------|------|
| 年最多 | 泾源 | 30 | 1961 |
| 4 月最多 | 海原 | 4 | 1977 |
| 5 月最多 | 泾源 | 6 | 1983 |
| 6 月最多 | 泾源 | 7 | 2000 |
| 7 月最多 | 固原 | 9 | 1964 |
| 8 月最多 | 隆德,泾源 | 8 | 1968 |
| 9 月最多 | 泾源 | 8 | 2001 |
| 10 月最多 | 泾源 | 4 | 1990 |

5 结 论

(1)区域中雨及以上降水过程自北向南依地势逐渐增多,南部黄土丘陵区比引黄灌区多出 2 倍之多,全区年均出现站次最少的是中卫,最多的是泾

源。

(2)全区中雨及以上降水过程,总体上呈逐渐减少的趋势;中雨和大雨出现站次变化曲线基本呈相同的变化规律,中雨在过程中贡献最大;从 20 世纪 80 年代开始,暴雨发生站次呈逐渐增多的趋势。

(3)宁夏出现 $2.0 > \text{雨强} \geq 1.0$ 的频次最多,雨强 ≥ 4.0 出现的频次最少, $4.0 > \text{雨强} \geq 3.0$ 和雨强 < 1.0 出现的频次由 1980 年代至 2000 年代稳定增加,可见从 1980 年代开始全区出现 $4.0 > \text{雨强} \geq 3.0$ 和雨强 < 1.0 的中雨及以上降水过程逐渐增多。

(4)1961、1964、1985 和 1990 年是宁夏中雨及以上降水多发的极端年份,年中雨及以上降水过程均在 200 站次以上。南部黄土丘陵区中雨及以上降水天气多发,所属 4 个观测站容易出现中雨及以上降水的极端情况。

参考文献:

- [1] 姜彤,施雅风. 气候变暖、长江水灾与可能损失[J]. 地球科学进展,2003,18(2):277-284.
- [2] 陈家其. 近二千年中国重大气象灾害气候变化背景初步分析[J]. 自然灾害学报,1996,5(2):18-27.
- [3] Mudelsee M, Btirngel M, Tetzlaff G, et al. No upward trends in the occurrence of extreme floods in central Europe[J]. Nature,2003,425:166-169.
- [4] 翟盘茂,任福民,张强. 中国降水极值变化趋势检测[J]. 气象学报,1999,57(2):208-215.
- [5] 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,2000,11(3):322-330.
- [6] 郭艳君,孙安健. 我国西北地区夏季旱涝气候特征研究[J]. 自然灾害学报,2004,13(5):97-102.
- [7] 韩通,陈少勇,乔立. 祖厉河流域近 50a 降水变化及典型人类活动对降水的影响[J]. 干旱气象,2009,27(3):220-226.
- [8] 陈海波,严华生,陈文,等. 宁夏六盘山区多年降水的时空变化分析[J]. 干旱气象,2009,27(2):103-110.
- [9] 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):634-646.
- [10] 杨绚,李栋梁. 中国干旱气候分区及其降水量变化特征[J]. 干旱气象,2008,26(2):17-24.
- [11] 于淑秋,林学椿,徐祥德. 我国西北地区近 50a 降水和温度的变化[J]. 气候与环境研究,2003,8(1):9-18.
- [12] 孙永亮,李小雁,许何也. 近 40a 青海湖流域逐日降水和气温变化特征[J]. 干旱气象,2007,25(1):7-13.
- [13] 张小明,杨金虎,高伟东,等. 甘肃省近 50a 夏季极端强降水量的气候特征[J]. 干旱气象,2008,26(2):48-52.
- [14] 王遂缠,李栋梁,王谦谦. 青藏高原东北侧夏季降水的气候特征分析[J]. 干旱气象,2005,23(2):13-18.
- [15] 何金海,刘芸芸,常越. 西北地区夏季降水异常及其水汽输送和环流特征分析[J]. 干旱气象,2005,23(1):10-16.

Statistics Analysis of Climatic Features of Precipitation over 10 mm in Ningxia Region

ZHANG Nannan¹, SANG Jianren², YANG Kan², JI Xiaoling²

(1. Ningxia Meteorological Bureau, Yinchuan 750002, China; 2. Ningxia Key Laboratory for Meteorological Disaster Prevention and Reduction, Yinchuan 750002, China)

Abstract: The climatic feature of precipitation over 10 mm in Ningxia region in recent 49 years were analyzed by using daily precipitation data of 20 meteorological stations from 1961 to 2009. The results show that weather events with precipitation over 10 mm increased gradually with the variety of terrain from north to south, and the amount of the events in the loess hilly region of the south was double more than that in the irrigated area. Moderate rain contributed greatly to rainfall and rainstorm increased gradually. By the statistics of rainfall intensity, the frequency of rainfall more than 1.0 mm/h but less than 2.0 mm/h was the most, and more than 4.0 mm/h was the least in Ningxia, both the frequency of rainfall more than 3.0 mm/h but less than 4.0 mm/h and that less than 1.0 mm/h were gradually increased since the 1980s. The years with extremely more weather events with precipitation over 10 mm in Ningxia are 1961, 1964, 1985 and 1990.

Key words: moderate rain; character; rainfall intensity

欢迎订阅 2010 年《干旱气象》

《干旱气象》是中国气象局兰州干旱气象研究所、中国气象学会干旱气象学委员会主办的专业学术期刊,国内外公开发刊。《干旱气象》辟有研究论文、短论、应用技术报告、研究综述和学术争鸣等栏目,主要刊登有关干旱气象的最新研究成果、发展动向和趋势;气象科学各学科具有创造性的论文;有推广价值的技术经验;有关国内外气象科技的新理论、新技术、新方法等方面的短论和研究综述。《干旱气象》已被《中国期刊网》、《中国学术期刊(光盘版 CAJ-CD)》、万方数据-数字化期刊群、中国核心期刊(遴选)数据库全文收录。

《干旱气象》内容丰富、信息量大、研读性强,适合广大气象科研业务工作者、各相关专业技术人员、大专院校师生阅读。并从 2009 年起,《干旱气象》文章已全文上网(<http://www.chinaam.com.cn>),免费查询,欢迎广大读者阅读。

《干旱气象》为季刊,2010 年正刊 4 期,每期定价 16 元,全年 64 元。欢迎订阅,并可以随时邮局款汇购买,款到开正式发票。

编辑部地址:甘肃省兰州市东岗东路 2070 号 中国气象局兰州干旱气象研究所《干旱气象》编辑部
 邮政编码:730020 联系电话:0931-4670216-2270

电子信箱:gsqx@chinajournal.net.cn

银行汇款:兰州市工商银行拱星墩分理处

户 名:中国气象局兰州干旱气象研究所

帐 号:2703001509026401376

邮 汇:兰州市东岗东路 2070 号 中国气象局兰州干旱气象研究所《干旱气象》编辑部