

近 49 年那曲市汛期降水变化特征

边玛罗布¹, 达瓦泽仁², 央美², 扎西罗杰³, 次旺^{4*}

(1. 西藏自治区气象台, 西藏拉萨 850000; 2. 那曲市气象局, 西藏那曲 852000; 3. 拉萨市尼木县气象局, 西藏拉萨 850000; 4. 西藏自治区气候中心, 西藏拉萨 850000)

摘要 利用那曲市 6 个气象站 1971—2019 年汛期(5—9 月)逐日、逐月、逐年降水资料, 分别采用滑动平均法、累计距平、Mann-Kendall 突变检验等方法, 研究降水的趋势性及周期性变化。结果表明, 近 49 年来那曲市汛期降水量增幅为 14.231 mm/10 a; 20 世纪 70 年代初至 90 年代初汛期降水有弱的增长, 90 年代末汛期降水量增长较明显, 进入 21 世纪初以后汛期除嘉黎县有较明显的增涨趋势外, 其余各站汛期降水量呈减弱趋势; 各站点汛期降水的累积距平为负距平, 汛期降水呈偏少状态, 从累积距平的变化趋势来看历年汛期降水总体呈波动上升的变化态势; 根据 Mann-Kendall 突变检验来看近 49 年各站点汛期降水呈增长趋势, 结合每个站点的累积距平有且只有一次突变, 各站点全是降水增多突变; 近 49 年那曲市汛期降水空间分布特征呈由东向西递减, 且汛期降水主要集中在每年的 7 月份; 汛期雨日占全年雨日的 73.0%, 汛期小雨(≥ 0.1 mm)的雨日占整个汛期雨日的 88.0%。

关键词 汛期; 降水量; 变化特征; 那曲市

中图分类号 S161.6 文献标识码 A

文章编号 0517-6611(2021)23-0217-04

doi:10.3969/j.issn.0517-6611.2021.23.061



开放科学(资源服务)标识码(OSID):

Variation Characteristics of Precipitation in Flood Season of Nagqu in Recent 49 years**Bianmaluobu¹, Dawazeren², Yangmei² et al** (1. Tibet Meteorological Observatory, Lhasa, Tibet 850000; 2. Naqu Meteorological Bureau, Nagqu, Tibet 852000)

Abstract Using the daily, monthly and yearly precipitation data of the 6 weather stations in Nagqu City during the flood season (May-September) from 1971 to 2019, the moving average method, cumulative anomaly, Mann-Kendall mutation test and other methods were used to study the trend and periodic changes of precipitation. The results showed that the precipitation in Nagqu City during the flood season had increased by 14.231 mm/10a in the past 49 years; there was a weak increase in the precipitation during the flood season from the early 1970s to the early 1990s, and the increase in the precipitation during the flood season in the late 1990s was more obvious; after the beginning of the 21st century, except for Jiali County, which had a more obvious trend of increase during the flood season, the precipitation at the rest of the stations showed a weakening trend during the flood season. The cumulative anomaly of the precipitation during the flood season at each station was negative, and the precipitation during the flood season is relatively less. From the trend of the cumulative anomaly, the overall precipitation during the flood season has fluctuated and increased over the years; from the change trend of the cumulative anomaly, the overall precipitation in the flood seasons over the years had shown a fluctuating and rising trend. According to the Mann-Kendall mutation test, the precipitation at each station during the flood season had shown an increasing trend in the past 49 years. Combined with the cumulative anomaly at each station, there was only one mutation, and all stations had a sudden increase in precipitation. In the past 49 years, the spatial distribution of precipitation during the flood season in Nagqu City showed a decreasing trend from east to west, and the precipitation during the flood season was mainly concentrated in July each year. Rainy days in the flood season accounted for 73.0% of the annual rainy days, and rainy days with light rain (≥ 0.1 mm) in the flood season accounted for 88.0% of the rainy days in the entire flood season.

Key words Flood season; Precipitation; Change characteristics; Nagqu City

在全球变暖的气候大背景下, 青藏高原受天然的地势地形和独特的气候影响, 高原地面降水年际变化大, 干湿季分明, 周顺武等^[1]研究发现高原全年的降水主要集中在汛期(5—9 月), 大部分地区汛期降水量占全年降水量的 80% 以上。高原气象工作者对青藏高原降水进行了大量研究^[1-6], 高原降水具有显著的时空变化特征, 高原地面降水呈增多趋势, 其中藏北一带增多较明显。汛期是出现各类气象灾害或气象次生灾害的高发期, 如雷电、冰雹、短时强降水、洪涝、滑坡和泥石流等。而那曲市重要的牧业生产生活活动均在汛期, 如采挖虫草、转移牧场、各类工程建筑的最佳工期、各类农牧事活动等。所以研究历年汛期降水资料, 将对未来进一步做好汛期降水预报有很大的帮助, 从而可以减少农牧民在汛期农牧事活动期间的财产损失和人畜伤亡。

藏北那曲每年的降水主要集中在汛期(5—9 月), 与高原其他地方是相似的。央美等^[7-9]研究提出那曲降水量逐年

在增加, 夏季增加最明显, 其中那曲西部增加速度较快。笔者依据那曲市 6 个气象基准站为研究站点, 利用 1971—2019 年汛期(5—9 月)逐日、逐月的降水资料, 分析近 49 年来那曲市汛期降水时空分布与汛期降水趋势。

1 资料与方法

1.1 资料来源 该研究选取那曲市 6 个气象站为研究站点, 所采用的数据是 1971—2019 年实测汛期降水量, 数据资料可靠。根据站点所在位置分为中部、东部、西部 3 个区域, 索县和嘉黎县为东部, 那曲县和安多县为中部, 申扎县和班戈县为西部。

1.2 研究方法

1.2.1 滑动平均法。滑动平均法也称移动平均法。对序列 x_1, x_2, \dots, x_n 的几个前期值和后期值取平均, 得到光滑化的新序列 y_t , 其数学式表示为:

$$y_t = \frac{1}{2l+1} \sum_{i=-l}^l x_{t+i} \quad (1)$$

当 $l=2$ 时为 5 点滑动平均, $l=3$ 时为 7 点滑动平均, 以此类推。

作者简介 边玛罗布(1993—), 男, 西藏那曲人, 助理工程师, 从事中短期天气预报和气象服务工作。* 通信作者, 助理工程师, 从事气候变化与监测研究。

收稿日期 2021-04-01; **修回日期** 2021-05-07

1.2.2 累积距平。累积距平也是一种常用的、由曲线直观判断变化趋势的方法。对于序列 x , 其某一时刻 t 的累积距平表示为:

$$\hat{x}_t = \sum_{i=1}^t (x_i - \bar{x}) \quad (t=1, 2, \dots, n)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$
(2)

将 n 个时刻的累积距平值全部算出, 即可绘出累积距平曲线进行趋势分析。

1.2.3 Mann-Kendall 突变检验^[10]。对于具有 n 个样本量的时间序列 x , 构造一秩序列:

$$S_k = \sum_{i=1}^k r_i \quad (k=2, 3, \dots, n)$$
(3)

其中

$$r_i = \begin{cases} 1 & x_i > x_j \\ 0 & x_i \leq x_j \end{cases} \quad (j=1, 2, \dots, i)$$

可见秩序列 S_k 是第 i 时刻数值大于第 j 时刻值个数的累计数。

在时间序列随机独立的假定下, 定义统计量:

$$UF_k = \frac{S_k - E(S_k)}{\sqrt{\text{var}(S_k)}} \quad (k=1, 2, \dots, n)$$
(4)

式中, $UF_1 = 0$, $E(S_k)$ 、 $\text{var}(S_k)$ 是累计数 S_k 的均值和方差, 在 x_1, x_2, \dots, x_n 相互独立且具有相同连续分布时, 它们可由下式算出:

$$\begin{cases} E(S_k) = \frac{k(k-1)}{4} \\ \text{var}(S_k) = \frac{k(k-1)(2k+5)}{72} \end{cases} \quad (k=2, 3, \dots, n)$$
(5)

UF_i 为标准正态分布, 它是按时间序列 x 序列 x_1, x_2, \dots, x_n 计算出的统计量序列, 给定显著水平 α , 查正态分布表, 若 $|UF_i| > U_\alpha$, 则表明序列存在明显的趋势变化。

按时间序列 x 逆序 x_n, x_{n-1}, \dots, x_1 , 再重复上述过程, 同时使 $UB_k = -UF_k (k=n, n-1, \dots, 1)$, $UB_1 = 0$ 。

这一方法的优点在于不仅计算简便, 而且可以明确突变开始的时间, 并指出突变区域。

2 结果与分析

2.1 汛期降水趋势分析 利用线性趋势和 5 年滑动平均对那曲市降水进行趋势分析, 从图 1 可以看出, 1971—2019 年那曲各站汛期降水量总体呈上升趋势, 升幅为 14.231 mm/10 a; 从滑动平均变化曲线来看, 1971—2004 年呈波动上升趋势, 其中 1990 年汛期降水经历一次较强的下降期, 2005 年后汛期降水量呈减弱趋势。

再从单站变化曲线来看(图略), 那曲市中部两站(那曲县、安多县)汛期降水量变化趋势相似, 1971—2004 年汛期降水量有较为明显的增加, 其中 20 世纪 90 年代末增加最明显; 进入 21 世纪后汛期降水量波动较明显, 总体呈减弱趋势。那曲市西部两站(申扎县、班戈县)汛期降水量变化趋势相似, 1971—1991 年汛期降水量波动较明显, 总体呈增加趋势; 1994—2011 年汛期降水量增加较明显; 2012 年后汛期降

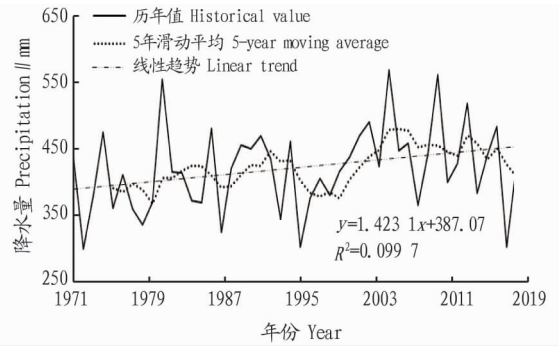


图 1 1971—2019 年那曲市汛期降水量变化

Fig. 1 Changes of precipitation during the flood season in Nagqu City from 1971 to 2019

水量总体呈减弱趋势; 其中 2015 年初夏那曲西部及安多县出现过晴热少雨的干旱天气。那曲市东部两站(索县、嘉黎县)汛期降水量增减趋势较为相似, 均是呈双峰型, 虽然波峰、波谷的时间略有不同, 但是趋势是相似的; 且 2003 年出现了 49 年内汛期最大的降水量(表 1), 达到了峰值。

表 1 1971—2019 年那曲市各站点汛期降水量变化趋势、最大降水量和最小降水量

Table 1 Precipitation trends, maximum and minimum precipitation at various stations in Nagqu City from 1971 to 2019

站点 Station	气候倾向率 Climate tendency rate//mm/10 a	最大降水量 Maximum precipitation//mm	最小降水量 Minimum precipitation//mm
那曲 Nagqu	14.1	546.5 (2014 年)	261.9 (1986 年)
安多 Anduo	10.6	603.9 (2003 年)	249.0 (1975 年)
班戈 Bange	10.4	456.5 (2011 年)	125.2 (2015 年)
申扎 Shenzha	15.6	507.9 (2008 年)	153.3 (2015 年)
索县 Suoxian	13.4	717.5 (2003 年)	342.9 (1986 年)
嘉黎 Jiali	22.0	803.9 (2003 年)	459.8 (2009 年)

2.2 汛期降水的累积距平 从图 2 可以看出, 6 个站点的累积距平曲线为单谷型的, 且累积距平为负距平, 波谷一般出现在 20 世纪 90 年代初至 21 世纪初。

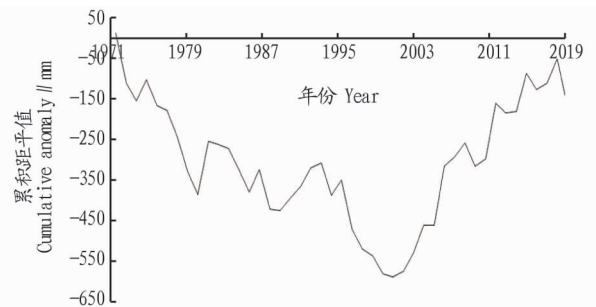


图 2 1971—2019 年那曲市汛期降水累积距平变化

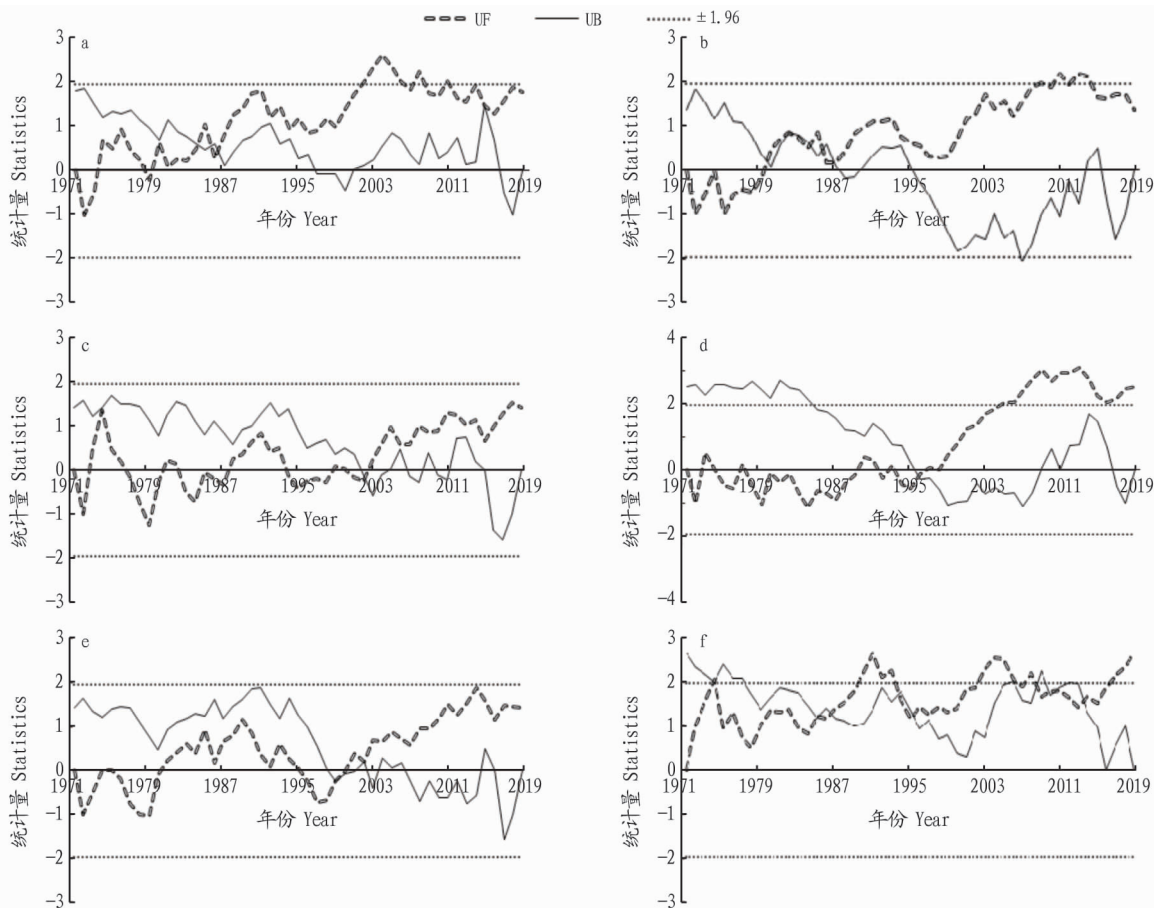
Fig. 2 Change of precipitation cumulative anomalies during the flood season in Nagqu City from 1971 to 2019

那曲市汛期降水累积距平以负值为主, 汛期降水呈偏少状态, 但是从累积距平变化曲线来看, 历年汛期降水总体呈波动上升的变化态势。20 世纪 90 年代初至 21 世纪初均达到了谷底, 表明 20 世纪 90 年代汛期降水呈偏少状态, 且 20 世纪 90 年代偏少最为明显, 2002—2019 年汛期降水累积距

平呈增涨趋势,但仍然处于偏少状态。累积距平的曲线变化形态较直观,总体呈一个单谷型曲线,说明 49 年来那曲市汛期降水经历了一次显著的波动,那曲市汛期降水累积距平曲线的谷值是在 1998 年。各站点的显著波动具体时间将结合 Mann-Kendall 方法再进一步确定。

2.3 汛期降水的突变检验 采用 Mann-Kendall 法检验

1971—2019 年那曲市 6 个站点汛期降水量的突变,给定显著性水平 $\alpha = 0.05$, 即 $\mu_{0.05} = 1.96$, 计算结果如图 3 所示。从图 3 可以看出,中部的那曲和安多以及西部的班戈和申扎都是降水增加趋势,发生突变时间略有不同;东部的索县和嘉黎虽然没有中西部那么相似,但汛期降水变化趋势仍为增加。



注:a.那曲;b.安多;c.班戈;d.申扎;e.索县;f.嘉黎

Note:a. Nagqu;b. Anduo;c. Bange;d. Shenzha;e. Suoxian;f. Jiali

图 3 1971—2019 年那曲各站汛期降水 M-K 突变检验

Fig. 3 M-K mutation test of precipitation during the flood season at various stations in Nagqu from 1971 to 2019

根据那曲市 6 个站点的汛期降水 M-K 方法分析,UF 的值大于 0,表明汛期降水呈增加趋势,近 49 年各站点汛期降水呈增加趋势。根据 UF 和 UB 曲线的交点位置来判断汛期降水是否有突变,为了更准确地确定突变时间点,结合累积距平变化曲线,近 49 年各站点的汛期降水有且只有一次突变,分别为那曲 1986 年、安多 1987 年、班戈 2002 年、申扎 1996 年、索县 1999 年和嘉黎 1987 年,且各站全是降水增多突变。

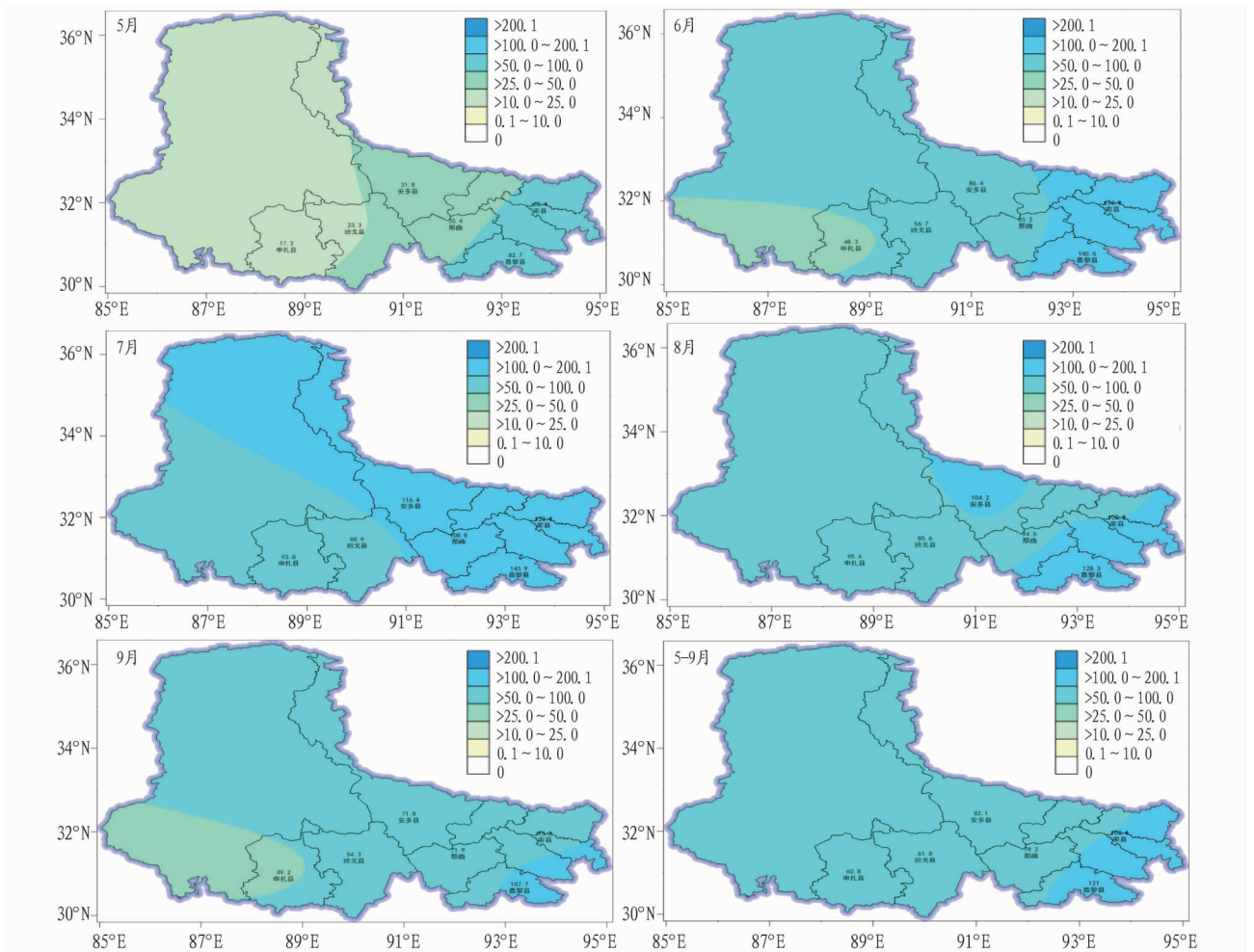
2.4 汛期降水分布特征

2.4.1 汛期降水时空分布特征。西藏夏季降水量最多,根据近 49 年那曲市 5—9 月月平均降水量资料分析(图 4),那曲市汛期降水量主要集中在 7 月份,降水量最少的为 5 月份,5—9 月份降水量分布由西向东递增。整个汛期降水量空间分布特征呈东部>中部>西部,平均来说汛期每月降水量东部大于 100 mm、中西部在 50~100 mm。那曲汛期降水具有

显著的时空变化特征。

2.4.2 汛期雨日变化分布特征。从 1971—2019 年那曲市 6 个站点汛期雨日变化情况来看(图 5),汛期雨日东部 100 d 以上,中部 90 d 左右,西部 80 d 左右;雨日最多的出现在 1974 年的嘉黎县,达 126 d,也就是占整个汛期的 82.3%;最少的为 2015 年的班戈县,为 53 d,仅占整个汛期的 34.6%。各站点有小幅的增长趋势,其中安多县增幅最大,为 1.4 d/10 a;班戈县增幅最小,为 0.3 d/10 a。

从近 49 年全年降水各雨日的占比(表 2)可以看出,出现小雨(≥ 0.1 mm)的概率索县最高,为 91.6%;出现中雨(≥ 10.0 mm)和大雨(≥ 25.0 mm)的概率均是嘉黎县最高,分别为 17.5%和 1.5%。那曲市汛期出现小雨的概率最高,平均达 88.0%;其次是中雨,有 11.1%的概率,最后出现大雨和暴雨(≥ 50.0 mm)的概率不足 2%。



注:a.那曲;b.安多;c.班戈;d.申扎;e.索县;f.嘉黎

Note:a. Nagqu;b. Anduo;c. Bange;d. Shenzha;e. Suoxian;f. Jiali

图4 1971—2019年那曲市汛期月平均降水量空间分布(单位:mm)

Fig. 4 Spatial distribution of monthly average precipitation during the flood season in Nagqu City from 1971 to 2019

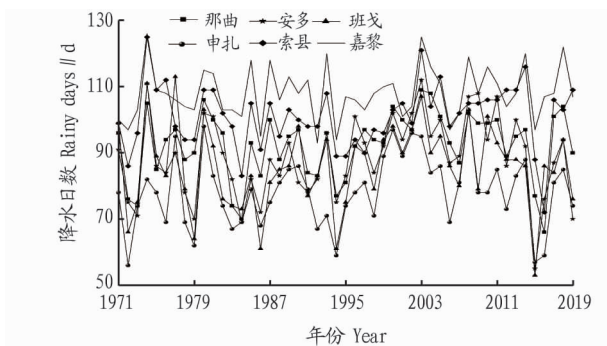


图5 1971—2019年那曲市汛期雨日变化

Fig. 5 Changes of rainy days during the flood season in Nagqu City from 1971 to 2019

3 结论与讨论

(1) 近49年来那曲市汛期降水量增幅在14.231 mm/10 a;1971—2004年呈波动上升趋势,其中,1990年汛期降水经历一次较强的下降期,2005年后汛期降水量呈减弱趋势。

(2) 那曲市各站点的汛期降水累积距平均为负值,汛期

降水呈偏少的状态,但是从累积距平变化趋势来看历年汛期降水总体呈波动上升的变化态势。

表2 1971—2019年那曲市汛期各雨日占比

Table 2 Ratio of rainy days during flood season in Nagqu City from 1971 to 2019

站点 Station	小雨 Light rain (≥ 0.1 mm)	中雨 Moderate rain (≥ 10.0 mm)	大雨 Heavy rain (≥ 25.0 mm)	暴雨 Rainstorm (≥ 50.0 mm)
	%			
那曲 Nagqu	88.1	11.3	0.6	0
安多 Anduo	86.9	12.1	0.7	0
班戈 Bange	91.4	8.5	0.4	0
申扎 Shenzha	89.4	10.0	0.6	0
索县 Suoxian	91.6	7.3	0.9	0
嘉黎 Jiali	80.9	17.5	1.5	0
平均 Mean	88.0	11.1	0.8	0

(3) 近49年那曲市汛期降水呈增加趋势,每个站点有且只有一次突变,且各站点全是降水增多突变。

(4) 近49年那曲市整个汛期降水空间分布特征呈由东

(下转第230页)

施“五市战略”,以此协同推进环境保护和经济发展^[19]。而由于近年来农村特色旅游观光日益火爆,对游客的吸引力越来越大,加上农村特色旅游观光能促进当地乡村环境保护和居民收入增加,利川市政府也应该重视发展观光农业,合理对乡村布局进行规划,同时颁布政策以支持鼓励农村特色旅游观光的发展,建设具有地方特色的绿色示范乡村,使得自身优势能够得到充分利用,以绿色发展的方式推动城乡繁荣、产业兴旺。

5.5 培养新型职业农民 在许多国外农村三产融合的例子中,农民始终是其产业融合的主力军,他们有农业技术知识和较高的个人素质,对市场需求始终保持着敏锐的直觉。这些农民在不断改进生产技术中,提高自身的收入也直接促进了各产业的发展^[20]。因而在三产融合的过程中必须要提高农民自身的文化素质和科学素质,培育新时代新型专业农民。利川市政府在三产融合的过程中应该注意新型职业农民的重要性,克服我国各省市普遍存在的农业人才大量外出务工,农业专业人才奇缺的问题,建立新型农业经营体系、采取鼓励政策来增强本地外出人才和外地人才投入利川三产融合建设的积极性,吸引并留住人才。对不同文化程度的农民群体制定专门的培养方案,采取针对性的培养方案并对农民的培养提供相应的财政支持,通过参与与高校合作的农业新型园区、组织农业技术培训、现场农田教学的方法增强农民的知识储备和实际操作能力。

6 结语

对于利川市企业发展和农民增收来说,进行三产融合是十分有必要的。虽然利川市当前三产融合的水平处于较低级阶段,面临着诸多内部与外部威胁,但该地区的三产融合仍具备光明的发展前景。现今其三产融合发展已经产生了巨大的经济效应和社会影响,而这些因素将为利川市企业的发展和农民收入的增加带来强大的正效应,同时推动利川市城乡一体化进程,助推利川市基础设施的完善,为解决利川市所存在的“三农”问题提供强大动力。纵观利川市三产融合发展的全局,虽然其过程中出现了融资渠道狭窄、融资困难的险境,但是总的来说利川市的三产融合使得利川市各产

业间的产业链得到了延长,各种利益分配机制也实现了转变,政府、企业、农民都在三产融合中得到了好处。利川市的三产融合经验将为其其他山地地区城市的三产融合提供宝贵的经验,使得其他地区在其三产融合进程中有参照可进行比较,少走弯路,尽快实现三产融合发展。

参考文献

- [1] 马晓英,万娜,罗万有.宁夏三产融合科技创新示范项目的典型融合模式及条件分析[J].现代农业科技,2019(18):209-211.
- [2] 罗远旺.农村一二三产业融合发展的评价与实证:以广西为例[J].中国商论,2019(18):215-217.
- [3] 张向达,林洪羽.东北粮食主产区三产融合的耦合协调分析[J].财经问题研究,2019(9):95-101.
- [4] 程金花,亢志华,王海涛,等.湖羊三产融合商业模式探析:以苏州金仓湖农业科技股份有限公司为例[J].江苏农业科学,2019,47(17):19-23.
- [5] 肖卫东,杜志雄.农村一二三产业融合:内涵要解、发展现状与未来思路[J].西北农林科技大学学报(社会科学版),2019,19(6):120-129.
- [6] 曾安逸,张海东,张慧坚,等.三产融合视域下海南共享农庄创新模式发展[J].热带农业科学,2019,39(9):126-129.
- [7] 刘骏娇,朱冠男.“三产融合”加速经济发展[J].当代贵州,2019(34):19.
- [8] 李昂,裴少峰.关于河南省三产融合发展的研究[J].农村经济与科技,2017,28(16):145.
- [9] 翁伯琦.如何推进农业产业绿色振兴[N].中国科学报,2019-10-08(005).
- [10] 潘明.吉林省三产融合发展环境中的PEST分析[J].吉林农业,2018(24):18-19.
- [11] 王颜齐,李玉琴.贫困地区农村一二三产业融合的现实困境及模式选择:以黑龙江省6个贫困县为例[J].农业经济,2018(12):6-8.
- [12] 卿敏.发展乡村旅游助力精准扶贫[J].劳动保障世界,2018(36):17.
- [13] 袁佳佳,赵碧霞,彭冰洁,等.农业供给侧改革背景下定西三产融合发展概况及对策建议[J].时代经贸,2018(32):71-72.
- [14] 曾博文.家庭农场三产融合发展模式中政府作用调研报告:以京山县盛老汉家庭农场为例[J].农村经济与科技,2017,28(21):165-167.
- [15] 周敏,刘义生.三产融合 创新引领 安徽六安乡村振兴路[J].中国农村科技,2017(11):62-65.
- [16] 李英震,宋宝剑.农村三产融合发展研究综述[J].大连民族大学学报,2017,19(6):568-571.
- [17] 马彦丽,胡一宁,李宗奇.“三产融合”发展的社会政策内涵与实践中的几对关系辨析[J].新疆农垦经济,2019(2):18-25.
- [18] 汪红明.旌德县茶产业“一、二、三产”融合发展做法与思考[J].茶业通报,2017,39(3):114-116.
- [19] 蒋国文,田文华,杨丽,等.会理县一二三产业融合发展现状及对策分析[J].热带农业工程,2018,42(5):48-50.
- [20] 张茜,李茜.美丽乡村示范村建设中三产融合发展研究[J].山西农经,2019(4):25-27.

(上接第220页)

向西递减,且汛期降水主要集中在7月份;那曲市汛期雨日占全年雨日的73.0%,汛期小雨(≥ 0.1 mm)雨日占整个汛期雨日的88.0%。

参考文献

- [1] 周顺武,王传辉,杜军,等.青藏高原汛期降水的时空分布特征[J].气候与环境研究,2011,16(6):723-732.
- [2] 益西曲珍,且增克珠.西藏地区降水的时空分布特征[J].西藏科技,2016(10):63-65.
- [3] 杜军,马玉才.青藏高原降水变化趋势的气候分析[J].地理学报,2004,59(3):375-382.
- [4] 赤曲.西藏近45年之气候变化特征浅析[J].西藏科技,2017(1):54-59.
- [5] 黄晓清,罗布次仁,杨勇,等.西藏高原汛期降水日数和强度的时空演变特征[J].中国沙漠,2013,33(3):902-910.
- [6] 林振耀,赵昕奕.青藏高原气温降水变化的空间特征[J].中国科学(D辑:地球科学),1996,26(4):354-358.
- [7] 央美,达瓦泽仁,姜琪子,等.那曲地区近代气候变化及气候湿润度变化特征[J].西藏科技,2018(2):63-65.
- [8] 达瓦泽仁,央美,拉巴,等.那曲地区西部40年气候变化的特征分析[J].西藏科技,2010(6):57-60.
- [9] 洛桑卓玛,拉巴,巴丹卓玛.西藏那曲地区40多年来降水趋势变化气候分析[J].山地学报,2014,32(3):380-384.
- [10] 魏凤英.现代气候统计诊断与预测技术[M].2版.北京:气象出版社,2007.