

# Statistical Analysis of Variation Characteristics of Precipitation Days at Different Levels in the Middle and Lower Reaches of Shiyang River from 1961 to 2014

Fugui Han<sup>1,2,3,4</sup>, Chunrong Wu<sup>1,2,3,4</sup>, Fanglan He<sup>1,2,3,4</sup>, Heran Zhao<sup>1,2,3,4</sup>, Dacheng Song<sup>1,2,3,4</sup>, Xuejiao Li<sup>1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>Gansu Hexi Corridor Forest Ecosystem National Research Station, Wuwei Gansu

<sup>2</sup>State Key Laboratory Breeding Base of Desertification and Aeolian Sand Disaster Combating, Wuwei Gansu

<sup>3</sup>Minqin National Station for Desert Steppe Ecosystem Studies, Wuwei Gansu

<sup>4</sup>Gansu Desert Control Research Institute, Lanzhou Gansu

Email: hanfug2008@126.com

Received: Oct. 21<sup>st</sup>, 2018; accepted: Nov. 6<sup>th</sup>, 2018; published: Nov. 13<sup>th</sup>, 2018

## Abstract

In this paper in the middle and lower reaches of Shiyang river basin of Wuxiaoling, ancient sea, Wuwei, Yongchang, Minqin, several meteorological offices and stations based on the precipitation data from 1961 to 2014, the basic characteristics of rainfall and rainy days at all levels and precipitation percentage, at all levels seasonal distribution of precipitation, precipitation at various levels don't stay duration of evolution characteristics are analyzed. Results showed that: 1) the region at all levels of precipitation don't stay in order of size of Wuxiaoling > the ancient sea > Wuwei of Yongchang > Minqin, precipitation in the gustiness rainfall is more, at all levels more rainy days is given priority to with daily rainfall of 10.0 mm or less light rain, moderate rain, a lot of rainy days over, but very few rainy days of heavy rain and heavy rain. 2) At all levels uneven distribution of rainfall season, mainly concentrated in the May-September, Wuxiaoling, ancient sea, Wuwei, Yongchang, Minqin, accounted for 85.3% of annual rainfall, respectively, 85.3%, 79.2%, 84.5%, 83.6%, and summer respectively 60.1%, 45.3%, 53.8%, 58.5%, 53.8%, take the form of, in the light rain, from the point of seasonal distribution, summer for most, about half of the total annual average. 3) The continuing drought days long, high frequency, winter snow and less snowfall days, January-August precipitation increases with the increase of the time constant, then the change of precipitation over time and decreased continuously. 4) From the past years the longest continuous rainy days season distribution, Shiyang river basin, the longest continuous rainy days in summer, autumn in August-October, 3 - 5 months in the spring drought persisted threat is the largest, the longest continuous rainy days in February-March never seen again.

## Keywords

Shiyang River Basin, Precipitation at All Levels, Days of Precipitation, Seasonal Distribution, The Evolution Characteristics

# 石羊河流域中下游1961~2014年各级降水量别日数变化特征统计分析

韩福贵<sup>1,2,3,4</sup>, 吴春荣<sup>1,2,3,4</sup>, 何芳兰<sup>1,2,3,4</sup>, 赵赫然<sup>1,2,3,4</sup>, 宋达成<sup>1,2,3,4</sup>, 李雪娇<sup>1,2,3,4</sup>

<sup>1</sup>甘肃河西走廊森林生态系统国家定位观测研究站, 甘肃 武威

<sup>2</sup>甘肃省荒漠化与风沙灾害防治国家重点实验室培育基地, 甘肃 武威

<sup>3</sup>甘肃民勤荒漠草地生态系统国家野外科学观测研究站, 甘肃 武威

<sup>4</sup>甘肃省治沙研究所, 甘肃 兰州

Email: hanfug2008@126.com

收稿日期: 2018年10月21日; 录用日期: 2018年11月6日; 发布日期: 2018年11月13日

## 摘要

本文以石羊河流域中下游乌鞘岭、古浪、武威、永昌、民勤几个气象台站1961~2014年降水量数据为基础, 对降水量基本特征、各级别降水日数和降水百分率、各级别降水季节分配、各级降水量别日数持续时间等演变特征进行了综合分析。结果表明: 1) 该地区各级降水量别日数按大小顺序排列为乌鞘岭 > 古浪 > 永昌 > 武威 > 民勤, 降水以阵性降雨较多, 各级别降水日数多以日降水量  $\leq 10.0$  mm的小雨为主、中雨以上的降水日数很多, 而大雨和暴雨的日数极少。2) 各级别降水季节分配不均, 主要集中在5~9月份, 乌鞘岭、古浪、武威、永昌、民勤分别占全年降水量的85.3%、77.4%、79.2%、84.5%、83.6%, 而夏季分别占60.1%、45.3%、53.8%、58.5%、57.8%, 多以中、小雨的形式出现, 从季节分布来看, 夏季最多, 约为年均总数的一半。3) 持续干旱日数长, 发生频率高, 冬季降雪量和降雪日数少, 1~8月降水随时间的增加而不断的增大, 而后随时间的变化降水又不断的减少。4) 从历年最长连续降水日数的季节分布看, 石羊河流域最长持续降水日数多发生在夏、秋季8~10月, 在春季3~5月持续干旱威胁最大, 最长持续降水日数在2~3月从没出现过。

## 关键词

石羊河流域, 各级降水量, 降水日数, 季节分配, 变化特征

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 前言

我国降水在时间和空间上分布不均, 北方和西北地区水资源短缺问题十分突出[1] [2] [3] [4]。降水量的持续偏低会导致地下水开采量激增, 增加咸水入侵风险; 一些农业病虫害也可能会因降水量的持续日数偏低而暴发[5] [6] [7] [8]。随着全球性气候的持续变暖, 加之石羊河流域地下水过度开采、对农业病虫害发生演变等均有重要影响[9] [10] [11], 为石羊河流域和气候变化背景下的河西地区降水周期特征和气候趋势把握以及农业稳定发展提供理论指导。尽管降水很少(年降水量只有 200 毫米左右), 但发展农业的其

它气候条件仍非常优越,只要解决了水源问题[12][13][14],本区是农业灌溉发展潜力很大和最理想的地区。

近年来,国内不少学者采用不同方面的方法对石羊河流域中下游的降水特征进行大量研究,也取得了很多成就[15][16][17][18][19],但是很少有基于降水量别日数分析,笔者采用了石羊河流域中下游5个气象台站1961~2014年54a来逐日的降水资料,分析石羊河流域中下游多年来降水量别日数变化特征,为合理利用有效降水,达到恢复和提高地下水位动态变化,维护生态平衡提供科学依据。

## 2. 自然概况

石羊河流域位于甘肃省河西走廊东部,乌鞘岭以西,祁连山北麓,东经 $101^{\circ}41' \sim 104^{\circ}16'$ ,北纬 $36^{\circ}29' \sim 39^{\circ}27'$ 之间。深居大陆腹地,属大陆性温带干旱气候,气候特点是:太阳辐射强、日照时数长,温差大、降水少、蒸发强烈、空气干燥。石羊河流域地处河西走廊东部,是甘肃省乃至整个西北工农业经济最为发达的地区之一。同时,这里也是全省水资源最短缺、中下游用水矛盾最突出、下游生态环境恶化程度最严重的地区之一。按照水文地质学的观点,中游为武威盆地,包括武威市、永昌县、古浪县和天祝县的部分地区;下游为民勤—昌宁盆地(简称民勤盆地),包括民勤县和金昌市。自古以来,民勤绿洲就是武威、金昌等重要经济区的生态屏障。中游和下游以民勤红崖山水库以及所在的沿东西向展布的走廊山脉为界。

## 3. 资料与方法

资料来源于石羊河流域中下游5个台站人工观测气象数据,本文按照国家林业局2011年7月1日发布并实施的“中华人民共和国林业行业标准”和“地面气象观测规范”的要求[20],采用Excel数据处理软件进行统计分析。用Excel进行绘图处理。

## 4. 结果与分析

### 4.1. 降水特征分析

根据该地区54年的资料统计详见表1,乌鞘岭、古浪、武威、永昌、民勤年平均降水量分别为401.3 mm、359.7 mm、169.9 mm、204.9 mm、115.6 mm,最高年降水量分别为592.8 mm(2012年)、482.0 mm(1961年)、251.3 mm(1993年)、309.9 mm(2014年)、202.0 mm(1994年),最低年降水量分别为231.3 mm(1962年)、240.4 mm(2013年)、91.0 mm(1962年)、110.5 mm(1991年)、42.2 mm(1962年),该地区主要降水集中在5~9月份,乌鞘岭、古浪、武威、永昌、民勤降水量分别为342.3 mm、271.8 mm、173.2 mm、134.4 mm、96.6 mm,分别占全年降水量的57.7%、75.6%、84.5%、79.1%、83.6%。同期平均降水日数分别为80.0、54.0、40.1、47.9、28.3,分别占全年降水日数的58.5%、59.0%、65.2%、67.6%、71.3%,主要是受季风的影响所致降水相对集中。5~9月风向均以东风和东南风为主,气温高,大气垂直对流作用强,阵性降雨较多。

### 4.2. 各级别降水日数

降水日数是指降水量 $\geq 0.1$  mm的日数。各级别年平均降水日数变化详见表2。乌鞘岭年平均降水日数为137日,最多日数为183日(1988年),最少日数为93日(1972年),年平均 $\geq 1.0$  mm、 $\geq 5.0$  mm、 $\geq 10.0$  mm的降水日数分别为47日、14日、9日。古浪年平均降水日数为92日,最多日数为125日(2010年),最少日数为66日(1962年),年平均 $\geq 1.0$  mm、 $\geq 5.0$  mm、 $\geq 10.0$  mm的降水日数分别为34日、12日、10日。武威年平均降水日数为62日,最多日数为83日(1988年),最少日数为44日(1972年),年平均 $\geq 1.0$  mm、 $\geq 5.0$  mm、 $\geq 10.0$  mm的降水日数分别为23日、6日、3日。永昌年平均降水日数为71日,最多日数为95日(1988年),最少日数为52日(1997年),年平均 $\geq 1.0$  mm、 $\geq 5.0$  mm、 $\geq 10.0$  mm的降水日数分别为28日、8日、4日。民勤年平均降水日数为40日,最多日数为53日(2003、2007年),最少日数为

24 日(1997 年), 年平均  $\geq 1.0$  mm、 $\geq 5.0$  mm、 $\geq 10.0$  mm 的降水日数分别为 15 日、5 日、2 日。

**Table 1.** Monthly average precipitation, precipitation percentage and precipitation days (1961-2014)

**表 1.** 各月平均降水量、降水百分率和降水日数(1961~2014 年)

站点	月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年合计
乌鞘岭	降水量(mm)	2.2	4	10.3	17.5	39.9	65.2	88.2	87.8	61.2	19.7	3.9	1.4	401.3
	降水%	0.5	1.0	2.6	4.4	9.9	16.2	22.0	21.9	15.3	4.9	1.0	0.3	100.0
	降水日数	4.5	7.5	12.0	11.7	13.6	14.9	17.5	17.5	16.5	11.8	5.7	3.6	136.8
古浪	降水量(mm)	3.2	6	16.3	25	40.4	47.3	61.1	68.2	84.8	24.6	9.6	3.2	389.7
	降水%	0.8	1.5	4.2	6.4	10.4	12.4	15.7	17.5	21.8	6.3	2.5	0.8	100.3
	降水日数	4.1	4.8	6.9	6.8	8.7	9.8	12.2	11.7	11.6	7.3	4.1	3.5	91.5
武威	降水量(mm)	1.6	2.4	6.4	7.9	16.8	23.4	30.2	37.8	26.2	11.4	3.8	1.9	169.8
	降水%	0.9	1.4	3.8	4.7	9.9	13.8	17.8	22.3	15.4	6.7	2.2	1.1	100.0
	降水日数	2.4	2.6	3.7	3.9	6.1	6.9	9.1	9.7	8.3	4.6	2.3	1.9	61.5
永昌	降水量(mm)	1.1	2	5.6	7.8	20.2	32.1	44.1	43.7	33.1	11.2	3.2	0.8	204.9
	降水%	0.5	1	2.7	3.8	9.9	15.7	21.5	21.3	16.2	5.5	1.6	0.4	100.1
	降水日数	2.5	2.7	4.3	4.4	6.9	8.7	11.6	11.1	9.6	4.9	2.4	1.8	70.9
民勤	降水量(mm)	1.2	0.8	2.6	4.9	11.4	15.1	23.4	28.3	18.4	7.2	1.8	0.4	115.5
	降水%	1.0	0.7	2.3	4.2	9.9	13.1	20.3	24.5	15.9	6.2	1.6	0.3	100.0
	降水日数	1.4	1.1	1.7	2.3	3.9	5.2	6.9	6.8	5.5	2.9	1.2	0.8	39.7

**Table 2.** Average levels of precipitation days (1961-2014)

**表 2.** 平均各级别的降水日数(1961~2014 年)

站点	日降水量 (mm)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计
乌鞘岭	$\geq 0.1$	4.2	6.5	8.8	6.2	5	2.6	5	5.1	5.5	5.9	4.4	3.3	62.5
	$\geq 1.0$	0.3	0.8	2.7	4.6	6.2	5.6	6.5	6.8	7.1	5.1	1.3	0.4	47.4
	$\geq 5.0$			0.3	0.6	1.7	2.6	3.2	2.7	2.4	0.7			14.2
	$\geq 10.0$				0.1	0.6	1.6	2.5	2.4	1.4	0.1			8.7
	$\geq 25.0$					0.1	0.2	0.3	0.5	0.2				1.3
古浪	$\geq 0.1$	2.9	2.9	2.6	2.3	2.9	2.6	3.8	3.4	3.8	2.7	1.7	2.4	34
	$\geq 1.0$	1.1	1.9	3.3	2.8	2.9	4.1	4.4	4.1	4	2.7	1.7	1.1	34.1
	$\geq 5.0$		0.1	0.7	1	1.6	1.5	1.9	2.1	1.9	1	0.4		12.2
	$\geq 10.0$			0.2	0.7	1.3	1.5	1.9	1.5	1.7	0.7	0.2		9.7
	$\geq 25.0$						0.2	0.2	0.6	0.1				1.1
武威	$\geq 0.1$	1.8	1.6	2	1.8	2.6	2.9	3.7	3.9	3.3	2	1.1	1.4	28.1
	$\geq 1.0$	0.6	0.9	1.3	1.7	2.3	2.7	3.5	3.7	3.1	2	1.1	0.4	23.3
	$\geq 5.0$			0.3	0.3	1	0.8	1.2	1.1	1.2	0.4	0.1		6.4
	$\geq 10.0$			0.1	0.1	0.2	0.5	0.7	0.8	0.6	0.2			3.2
	$\geq 25.0$						0.1	0.1	0.2					0.4
永昌	$\geq 0.1$	2.1	2	2.4	2.1	2.9	3.2	4.2	4.1	3.4	2.1	1.4	1.5	31.4
	$\geq 1.0$	0.3	0.7	1.7	1.8	2.6	4.7	4.7	4.1	3.8	2.1	0.8	0.2	27.5
	$\geq 5.0$			0.1	0.3	1.1	1.3	1.7	1.6	1.6	0.6	0.1		8.4
	$\geq 10.0$				0.1	0.3	0.7	1.1	1.1	0.7	0.1			4.1
	$\geq 25.0$						0.1	0.1	0.2	0.1				0.5

Continued

	≥0.1	1.1	0.8	0.8	1	1.7	2.4	3.1	2.6	1.9	1.2	0.7	0.7	18
	≥1.0	0.3	0.3	0.8	1	1.5	1.8	2.5	2.5	2.4	1.1	0.5	0.1	14.8
民勤	≥5.0				0.3	0.6	0.6	0.8	1.1	0.7	0.4			4.5
	≥10.0					0.2	0.3	0.4	0.5	0.5	0.1			2
	≥25.0						0.1	0.1	0.2					0.4

### 4.3. 各级别降水季节分配

各级别降水日数的季节分配见表 3, 各台站多以夏季为最多, 约为年均总数的一半。乌鞘岭, ≥0.1 mm 和 ≥1.0 mm 的降水日数分别占全年 20.3%、39.9%, ≥5.0 mm、≥10.0 mm、≥25.0 mm 分别占全年 60.3%、74.7%、75.0%。古浪, ≥0.1 mm 和 ≥1.0 mm 的降水日数分别占全年 28.8%、36.8%, ≥5.0 mm、≥10.0 mm、≥25.0 mm 分别占全年 44.7%、50.5%、90.9%。武威 ≥0.1 mm 和 ≥1.0 mm 的降水日数分别占全年 37.0%、42.3%, ≥5.0 mm、≥10.0 mm、≥25.0 mm 分别占全年 47.6%、64.5%、100%。永昌 ≥0.1 mm 和 ≥1.0 mm 的降水日数分别占全年 36.2%、49.1%, ≥5.0 mm、≥10.0 mm、≥25.0 mm 分别占全年 53.6%、70.0%、80.0%。民勤 ≥0.1 mm 和 ≥1.0 mm 的降水日数分别占全年 44.7%、45.9%, ≥5.0 mm、≥10.0 mm、≥25.0 mm 分别占全年 55.6%、57.1%、100%, 均集中在夏季, 季节降雨很不均匀, 从而造成在整个冬末季至初春降水量稀少。

Table 3. Seasonal distribution of precipitation days at different levels (1961-2014)

表 3. 平均各级别降水日数的季节分配(1961~2014 年)

站点	日降水量(mm)	(3~5 月)春	(6~8 月)夏	(9~11 月)秋	(12~2 月)冬	年合计
乌鞘岭	≥0.1	19.9	12.7	15.8	14.0	62.4
		32.0	20.3	25.3	22.4	100%
	≥1.0	13.6	18.9	13.4	1.5	47.4
		28.7	39.9	28.3	3.1	100%
	≥5.0	2.5	8.5	3.1		14.1
		17.7	60.3	22.0		100%
	≥10.0	0.7	6.5	1.5		8.7
		8.0	74.7	17.2		100%
	≥25.0	0.1	0.9	0.2		1.2
		8.3	75.0	16.7		100%
古浪	≥0.1	7.8	9.8	8.2	8.2	34.0
		22.9	28.8	24.1	24.1	100%
	≥1.0	9.1	12.6	8.4	4.1	34.2
		26.6	36.8	24.6	12.0	100%
	≥5.0	3.3	5.5	3.4	0.1	12.3
		26.8	44.7	27.6	0.8	100%
	≥10.0	2.1	4.8	2.6		9.5
		22.1	50.5	27.4		100%
	≥25.0		1.0	0.1		1.1
			90.9	9.1		100%

Continued

武威		6.4	10.4	6.4	4.9	28.1
	≥0.1	22.8	37.0	22.8	17.4	100%
	≥1.0	5.3	9.9	6.2	2.0	23.4
		22.6	42.3	26.5	8.5	100%
	≥5.0	1.6	3.0	1.7		6.3
		25.4	47.6	27		100%
	≥10.0	0.3	2.0	0.8		3.1
		9.7	64.5	25.8		100%
	≥25.0		0.4			0.4
			100			100%
永昌		7.4	11.4	7.0	5.7	31.5
	≥0.1	23.5	36.2	22.2	18.1	100%
	≥1.0	6.1	13.4	6.6	1.2	27.3
		22.3	49.1	24.2	4.4	100%
	≥5.0	1.6	4.5	2.3		8.4
		19.0	53.6	27.4		100%
	≥10.0	0.4	2.8	0.8		4
		10.0	70.0	20.0		100%
	≥25.0		0.4	0.1		0.5
			80.0	20.0		100%
民勤		3.4	8.0	3.9	2.6	17.9
	≥0.1	19	44.7	21.8	14.5	100%
	≥1.0	3.3	6.7	3.9	0.7	14.6
		22.6	45.9	26.7	4.8	100%
	≥5.0	0.9	2.5	1.1		4.5
		20.0	55.6	24.4		100%
	≥10.0	0.2	1.2	0.7		2.1
		9.5	57.1	33.3		100%
	≥25.0		0.4			0.4
			100			100%

#### 4.4. 各级降水量别日数持续时间

各级别降水日数  $\geq 0.1$  mm 的持续降水日数乌鞘岭最长持续时间为 20 日(1983 年 8 月 12 日~31 日), 降水量为 99.8 mm, 日均降水为 5.0 mm/日。降水强度都小于 10.0 mm/日, 均为小雨, 古浪最长持续时间为 13 日(1995 年 8 月 31 日、1995 年 9 月 12 日) 54 年中共有 2 次, 降水量为 105.8 mm, 日均降水为 8.1 mm/日。降水强度都小于 10.0 mm/日, 均为小雨。武威最长持续时间为 8 日(1968 年 10 月 5~12 日)、(1977 年 6 月 21~28 日)降水量分别为 24.4 mm、20.4 mm, 日均降水分别为 3.1 mm/日、2.6 mm/日。降水强度都小于 10.0 mm/日, 均为小雨。永昌最长持续时间为 12 日(1971 年 9 月 11~22 日)、(2007 年 10 月 1~12 日), 降水量分别为 75 mm、22 mm, 日均降水分别为 6.3 mm/日、1.8 mm/日。降水强度都小于 10.0 mm/日, 均为小雨。民勤最长持续时间为 8 日(1995 年 9 月 1~8 日)、(1996 年 8 月 18~25 日)、(2010 年 9 月 14~21 日)降水量分别为 26.9 mm、23.5 mm、19.4 mm, 日均降水为 3.4 mm/日、2.9 mm/日、2.4 mm/日。降水强度都小于 10.0 mm/日, 均为小雨。从历年最长连续降水日数的季节分布看, 石羊河流域最长持续降水日

数多发生在夏、秋季 8~10 月份, 最长持续降水日数在 2~3 月从没出现过。

## 5. 结论与讨论

由于该地区受蒙古冷空气的高压控制, 再加上受冬季风和夏季风的影响所致, 降水相对集中, 根据历年各月的风向频率统计说明, 5~9 月风向均以东风和东南风为主, 10~4 月风向均以西北风和西北西风为主, 气候干燥、冷热变化剧烈, 天气多晴、气温高、风大沙多, 寒冷、降雪、降水日数少, 大气垂直对流作用强, 阵性降雨较多, 是水资源使用程度最高、供需矛盾最突出的地区。

各级别降水日数多以日降水量  $\leq 10.0$  mm 的小雨为主、中雨以上的降水很多, 而大雨和暴雨的日数极少。可以直观地反映出石羊河流域历年降水量的分布范围, 乌鞘岭年平均降水日数为 137 日, 最多日数为 183 日(1988 年)、古浪年平均降水日数为 92 日, 最多日数为 125 日(2010 年)永昌年平均降水日数为 71 日, 最多日数为 95 日(1988 年)、武威年平均降水日数为 62 日, 最多日数为 83 日(1988 年)、民勤年平均降水日数为 40 日, 最多日数为 53 日(2003、2007 年)。

石羊河流域中下游各级量别降水季节分配不均, 主要集中在 5~9 月份, 乌鞘岭、古浪、武威、永昌、民勤分别占全年降水量的 85.3%、77.4%、79.2%、84.5%、83.6%, 而夏季分别占 60.1%、45.3%、53.8%、58.5%、57.8%, 多以中、小雨的形式出现, 从季节分布来看, 夏季为最多, 约为年均总数的一半。降水级别以日降水量  $\geq 0.1$  mm 和  $\geq 1.0$  mm 出现次数最多。

石羊河流域中下游持续干旱日数长, 发生频率高, 冬季降雪量和降雪日数少, 1~8 月降水随时间的增加而不断的增大, 而后随时间的变化降水又不断的减少。最长持续降水日数多发生在夏、秋季 8~10 月份, 因夏、秋季又受西北风的影响, 带来集中的降水, 对农作物的生长比较有利, 在春季 3~5 月持续干旱威胁最大, 最长持续降水日数在 2~3 月从没出现过。

石羊河流域中下游是全省水资源最短缺、用水矛盾最突出、生态环境恶化程度最严重的地区。有于石羊河流域中下游地区地域辽阔, 土地类型众多, 只要能解决水源的供需问题, 本区是灌溉农业发展潜力很大和较理想的地区之一, 所以开展对干旱区降水日数研究, 对水资源奇缺的石羊河流域中下游地区, 提供科学依据有着极其重要的研究意义。

## 基金项目

甘肃河西走廊森林生态系统国家定位观测研究站资助。

## 参考文献

- [1] 王英, 曹明奎, 陶波, 等. 全球气候变化背景下中国降水量空间格局的变化特征[J]. 地理研究, 2006(6): 1031-1040.
- [2] 姜逢清, 朱诚, 胡汝骥. 1960~1997 年新疆北部降水序列的趋势探测[J]. 地理科学, 2002, 22(6): 669-672.
- [3] 刘新生, 王晓红, 李兴涛, 等. 近 50 年咸阳市区降水变化特征及突变分析[J]. 陕西农业科学, 2011(2): 52-56.
- [4] 胡乃发, 王安志, 关德新. 1959-2006 年长白山地区降水序列的多时间尺度分析[J]. 应用生态学报, 2010, 21(3): 549-556.
- [5] 李祚君, 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, 26(增 1): 263-271.
- [6] 毛明. 近百年来关中平原旱涝振荡多尺度分析[J]. 水土保持研究, 2010, 17(3): 40-43.
- [7] 高素华, 潘亚茹, 郭建平. 我国近 40 年温度变化及其对农业生产的影响[J]. 气象, 1994, 20(5): 36-41.
- [8] 霍治国, 李茂松, 王丽, 等. 降水变化对中国农作物病虫害的影响[J]. 中国农业科学, 2012, 45(10): 1935-1945.
- [9] 赵秀芳, 杨劲松, 姚荣江. 苏北典型滩涂区土壤盐分动态与水平衡要素之间的关系[J]. 农业工程学报, 2010, 6(3): 52-57.

- [10] 任国玉, 吴虹, 陈正洪. 我国降水变化趋势的空间特征应用[J]. 气象学报, 2000, 11(3): 322-330.
- [11] 张善红. 商洛市近 49 年来降水变化趋势分析[J]. 地下水, 2010, 32(5): 114-115.
- [12] 施雅风, 张祥松. 气候变化对西北干旱区地表水资源的影响和未来趋势[J]. 中国科学(B), 1995, 25(9): 968-977.
- [13] 延军平. 渭河谷地气候暖干化与未来趋势[J]. 环境科学, 1999(2): 85-87.
- [14] 卢晓宁, 邓伟, 栾卉, 等. 近 50 年来霍林河流域径流量演变规律研究[J]. 干旱区资源与环境, 2010, 21(3): 549-556.
- [15] 党碧凌, 任志远, 等. 西安地区近 50 年降水量的统计分析[J]. 西北大学学报(自然科学版), 2011, 41(1): 139-145.
- [16] 沈永平, 王顺德, 王国亚, 等. 塔里木河流域冰川洪水对全球变暖的响应[J]. 气候变化研究进展, 2006, 2(1): 32-35.
- [17] 张宏利, 陈豫, 任广鑫, 等. 近 50 年来渭河流域降水变化特征分析[J]. 干旱地区农业研究, 2008, 26(4): 236-241.
- [18] 陈太根, 董婕. 关中平原近 49 年来气候变化特征分析[J]. 干旱区资源与环境, 2009, 23(12): 76-80.
- [19] 岳大鹏, 李奎, 张肖南, 刘鹏. 关中地区近 50 年来降水量变化的特征分析[J]. 陕西农业科学, 2014, 60(2): 49-52.
- [20] 中国气象局. 地面气象观测规范[M]. 北京: 气象出版社, 2003.

#### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2168-5711, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [ccrl@hanspub.org](mailto:ccrl@hanspub.org)