

西藏地区干旱指标的时空演变

金建新¹, 张娜², 桂林国¹

(1.宁夏农林科学院农业资源与环境研究所, 银川 750002; 2.宁夏水利科学研究院, 银川 750021)

摘要:为明确西藏自治区干旱情况的时空变化特征,了解该地区气候变化规律,为该地区水资源的优化配置特别是农业水资源的高效利用提供依据。以西藏自治区为研究对象,根据37个气象站点从1981—2012年的逐日气象观测资料,对西藏32 a的UNEP干旱指数、降水、降水集中指数PCI进行了时空变化规律研究。结果表明:干旱程度随时间推移递减,UNEP干旱指数从西到东逐渐增大,整个区域从西到东依次由特干旱气候区向湿润半湿润及湿润气候区过渡。降水量从西部地区到东南部地区逐渐增大,年均降水量从68.8 mm增大到700 mm。西藏地区年内降水量的季度集中性从东南到西北地区越来越高。研究为西藏自治区大范围的水资源管理和农业灌溉提供实践依据。

关键词:干旱; 西藏; UNEP干旱指数; 降水; 降水集中指数(PCI); 时空变化

中图分类号: P343.1

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2019)05-0377-04

Temporal and Spatial Variations of the Drought Index to the Tibetan Plateau

JIN Jianxin¹, ZHANG Na², GUI Linguo¹

(1. Institute of Resources and Environment, Ningxia Academy of Agricultural and Forestry Sciences, Yinchuan 750002, China; 2. Scientific Research Institute of Water Conservancy of Ningxia, Yinchuan 750021, China)

Abstract: This study is to clarify the temporal and spatial variation characteristics of drought conditions in Tibet Autonomous Region, to understand the climate change patterns in this region, and to provide the basis for the optimal allocation of water resources in this region, especially the efficient use of agricultural water resources. The Tibet Autonomous Region was selected as the study area. Based on the daily meteorological data of 37 meteorological stations from 1981 to 2012 years, the spatiotemporal variations of UNEP drought index, precipitation and precipitation concentration index (PCI) were examined. The drought degree gradually decreased over time. UNEP drought index gradually increased from west to east. The entire region from west to east progressively varied from the special arid zone to semi-humid climate zone and humid climate zone. Precipitations gradually increased from the west to the southeast, and the average annual precipitation increased from 68.8 mm to 700 mm. The concentrations of the quarterly precipitation increased from southeast to northwest region. This study can provide the practical foundations for a wide range of irrigation management and water use in Tibet Autonomous Region.

Keywords: drought; Tibet; UNEP drought index; precipitation; precipitation concentration index; temporal and spatial variation

土地面积萎缩、水资源紧缺、雪山线上移及生态恶化等发生,严重阻碍区域经济发展和社会进步。受温室效应的影响,近年来全球气候发生较大变化,评价干旱的相关参数也随着发生变化。对某特定区域内干旱指标变异性展开研究,对评估区域水资源平衡和干旱情况具有重要意义。随着全球平均气温上升我国也逐渐变暖,但是降水时空变化差异性较大^[1],

许多学者对我国主要典型气候区、各主要流域干旱指标变化规律进行了研究^[2-5]。

青藏高原作为一个独特的地理单元,是全球气候变化的晴雨表,其干旱指标的变化趋势对该区域乃至全球的气候变化都有重要意义^[6]。西藏自治区是青藏高原的主体部分,有着“世界屋脊”之称。目前对于西藏自治区干旱指标分析主要集中在降水量,如戴睿等^[7]对西藏

收稿日期:2018-10-29

修回日期:2018-11-19

资助项目:宁夏科技人才托举工程项目;宁夏回族自治区重点研发计划项目“优势粮食绿色丰产增效关键技术与示范”(2018BBF02018)

第一作者:金建新(1988—),男,甘肃定西人,助理研究员,主要从事节水灌溉和水资源高效利用研究。E-mail: jinnxnk009@163.com

通信作者:桂林国(1963—),男,宁夏吴忠人,本科,研究员,主要从事节水灌溉与土壤培肥。E-mail: 834887265@qq.com

1955—2007 年的月降水资料进行了分析,得出四季和年的降水量均有增加趋势。而 UNEP 干旱指数、降水集中度指数(PCI)作为描述干旱程度和表征降水年内集中程度的重要指标,在过去对西藏自治区的气候研究中没有足够重视。为此,本文利用最新降水及气象资料从降水量、UNEP 干旱指数及降水集中度指数(PCI)多方面对西藏自治区干旱情况的时空变化特征进行分析,有助于在了解该地区气候变化背景基础上充分认识和利用气候资源,为该地区水资源的优化配置特别是农业水资源的高效利用提供依据。

1 资料和方法

1.1 研究区概况与数据来源

西藏自治区地处我国青藏高原西南部,地理位置东经 78°25′—99°06′,北纬 26°44′—36°32′。西藏高原包含盆地、平原、雪山等多种地形地貌,形成了西藏自治区形式多样的高原气候类型,既表现为寒冷干燥,又表现为高温多雨,还存在随着海拔急剧变化的垂直气候带。全年日照时数 2 600~3 400 h,较同纬度将近高 50%,气温表现为年差小、日差大的特点,年平均气温 8℃,多年平均降雨量为 2 500 mm,但是各月差异较大。

本文气象数据来自西藏自治区气象局与国家气象信息中心,选用区域内 37 个站点 1982—2012 年的资料。各气象站分布情况见图 1。最后得到逐日平均温度、最高气温、最低气温、风速、日照时数和相对湿度等数据。

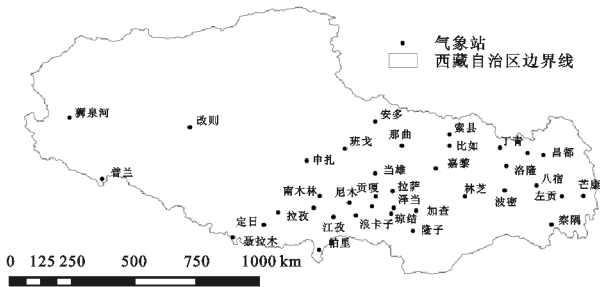


图 1 西藏自治区气象站分布

1.2 研究方法

1.2.1 UNEP 干旱指数的计算方法 UNEP 干旱指数是由年平均降水量(P)与由 Thornthwaite 方法计算得到的年平均参考作物蒸散量的比值^[8-9]。其经过联合国防治荒漠化公约 FAO(联合国粮农组织)认证,在世界范围内被广泛使用^[10-12]。计算公式为:

UNEP 干旱指数 = $\frac{\text{年平均降雨量 } P}{\text{年平均潜在腾发量}}$ (1)

1.2.2 降水集中度指数 PCI 的计算方法 降水集中度指数 PCI 是年内降水量变化指标^[9]。其计算公式为:

PCI = $\frac{\sum_{i=1}^{12} P_i^2}{(\sum_{i=1}^{12} P_i)^2} \times 100$ (2)

式中: P_i 为每个气象站第 i 个月的平均降水量。降水集中度指数 PCI 的取值介于 10~100。当 PCI 值 < 15: 轻度季度集中性; PCI 值介于 15~20: 季度集中性; PCI 值介于 20~50: 高度季度集中性; PCI 值 > 50: 非常高。

1.2.3 Mann-Kendall 趋势检验 Mann-Kendall 检验适用于非正态分布的数据,可定量分析时间序列的趋势,该方法假设测定的序列无趋势,通过计算序列的秩次相关系数^[10],与标准表格临界值进行比较,若计算值小于临界值,则表明测定序列无明显趋势;反之,趋势显著,当计算的秩次相关系数为正表示上升或增加的趋势,为负时表示下降或减少趋势。一般显著水平取 $\alpha=0.05$,临界值 $U_{0.05}=\pm 1.96$ 。作顺序时间序列与逆序时间序列的统计量曲线图,若 UF 及 UB 两条直线出现交点,且交点在临界线之间,则交点出现时刻为突变开始时刻^[11]。

2 结果与分析

2.1 西藏自治区干旱指标的时间变化规律

2.1.1 UNEP 干旱指数的时间变化特征及趋势分析 西藏 1981—2012 年的年均 UNEP 干旱指数变化如图 2 所示。可知西藏自治区年 UNEP 干旱指数大约集中在 0.33~0.56,多年平均值为 0.46。

从 1981—2012 年西藏自治区 UNEP 干旱指数的 MK 统计量曲线(图 3)可以看出,UF 曲线在 1982—1984 年及 1986 年小于 0,说明在这些时间段年 UNEP 干旱指数呈下降趋势,其他时间段都呈上升趋势,而 UF 曲线在 2000—2006 年上升趋势超过了 $\alpha=0.05$ 显著性水平线,说明其上升趋势显著。两线分别在 1985 年、1987 年、2009 年前后几年出现交点,即发生了突变。

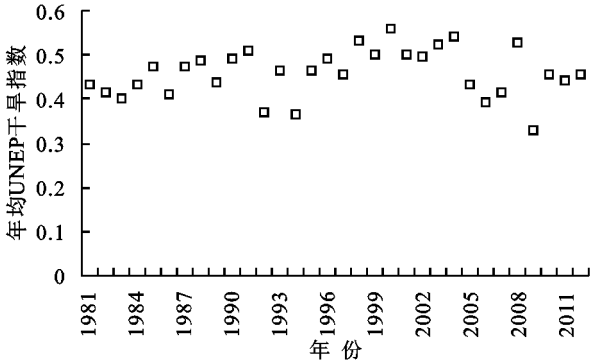


图 2 1981—2012 年西藏自治区平均 UNEP 干旱指数

2.1.2 降水量的时间变化特征及趋势分析 西藏自治区年均降水量的统计特征(表 1)表明,西藏地区年际降水量大约集中在 344.3~524.7 mm 之间,各气候

区降水量差异较大,且变化趋势并不一致,近 32 a 来西藏自治区降水量呈增加趋势,其趋势变化达到 0.36 mm/a,且干旱、半干旱及湿润半湿润气候区呈现增加趋势,而其他气候区均为减少趋势,但其变化趋势均未达到显著水平。

西藏 1981—2012 年的年均降水量变化如图 4 所示,可知在 1981—1990 年期间,降水量的年际波动较小。但之后的年际波动则很大,尤其是 1991—1992 年期间与 2008—2009 年,降水量波动较大,从 1991 年的 495.5 mm 降低到了 1992 年的 358.1 mm,从 2008 年的 509.2 mm 降到了 2009 年的 344.3 mm;从 2010 年往后,其变化趋势又趋于稳定,其余各年的降水均在平均值上下波动。

由图 5 的 Mann-Kendall(M-K)检验可知,UF 曲线在 1982 年、1983 年小于 0,说明在这个时间段年降

水量呈下降趋势,在其他时间段都呈上升趋势,且 UF 曲线在 1990—1991 年及 2000—2005 年上升趋势超过了 $\alpha=0.05$ 显著性水平线,说明这种变化趋势显著。两线在 1984 年出现交点,即发生了突变。

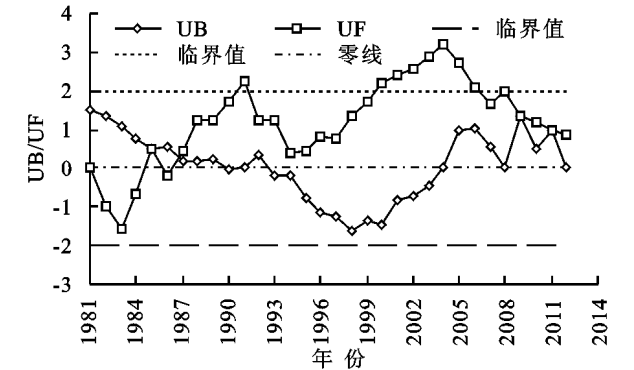


图3 1981—2012 年西藏自治区平均 UNEP 干旱指数变化突变点

表 1 降水量统计特征

参数	年均	特干旱	干旱	半干旱	干旱半湿润	湿润半湿润	湿润
最大值/mm	524.7	124.5	230.2	500.9	583.3	747.5	1047.7
最小值/mm	344.3	27.3	97.3	274.9	403.7	522.5	538.5
平均值/mm	449.4	68.8	158.6	398.8	497.2	650.5	827.9
变化趋势/(mm·a ⁻¹)	0.36	-0.19	0.41	0.5	-0.034	0.422	-0.506

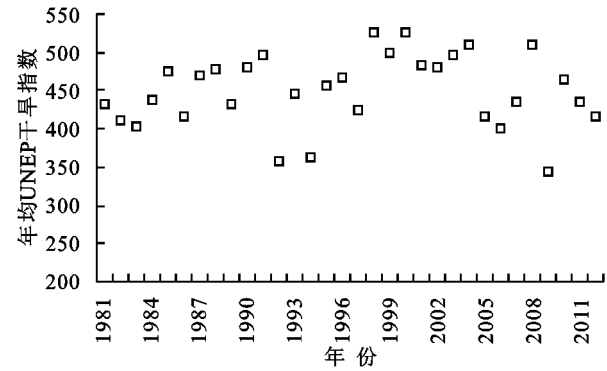


图 4 1981—2012 年西藏自治区平均降水量

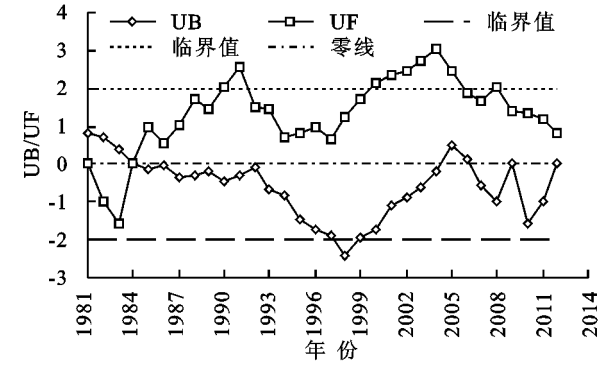


图 5 1981—2012 年西藏自治区平均降水变化突变点

2.2 西藏自治区干旱指标的空间变化特征

2.2.1 UNEP 空间变化特征 利用气候分区标准(表 2)对西藏自治区进行气候分区,结果见图 6。可知西藏地区涉及了所有的气候区,包括特干旱气候区、干旱气候区、半干旱气候区、干旱半湿润气候区、

湿润半湿润气候区和湿润气候区,且主要为半干旱气候区,在统计的 37 个气象站中 21 个为半干旱气候区,其次为湿润半湿润及干旱半湿润气候区,而特干旱、干旱及湿润气候区较少。

UNEP 干旱指数值表现为从西至东逐渐增大的趋势,西部为特干旱气候区,中西部为干旱气候区,中部和中东部为半干旱气候区,东北部为干旱半湿润气候区、湿润半湿润及湿润气候区。即从西部到东部降雨逐渐增多,湿度增大,由特干旱气候特征逐渐过渡到湿润气候特征。

表 2 基于 UNEP 干旱指数的气候分区标准

气候分区	UNEP 干旱指数
特干旱	<0.08
干旱	0.08~0.20
半干旱	0.20~0.50
干旱半湿润	0.50~0.65
湿润半湿润	0.65~1.0
湿润	>1.0

2.2.2 降水空间变变化特征 西藏自治区年降水量的空间分布特征如图 7 所示,可知从西部地区到东南部地区,降水量逐渐增大,其值从 68.8 mm 增大到 700 mm,中东部及东南部为降水量最大。就整个西藏地区而言,其多年降水量在空间上表现出一定的整体性,即大部分地区的降水量普遍多或普遍少,这与大尺度的气候系统有关,尽管西藏自治区地域辽阔,

地形复杂,但在一定程度上还是受到某种共同气象因子的控制,如风速、辐射值和经纬度等。其中西部地区的喜马拉雅山东北部以及亚龙赛龙日等地区,深居内陆,远离海洋,同时受到青藏高原地形的影响,降水量非常稀少,其多年平均降水量值最小,介于 0~100 mm 之间。沿着地形东移到青藏高原,此时中西部地区的降水量分为两个水平值,分别为 100~200 mm 和 200~300 mm,同时其数值有逐渐增大的趋势。在南部和中东部地区,降水量进一步增大,最大值达到 400 mm 左右,在自治区东北部,受到横断山脉和念青唐古拉山的影响,多年平均降水量达到 500~700 mm 之间,是整个自治区降水量最多的地区。

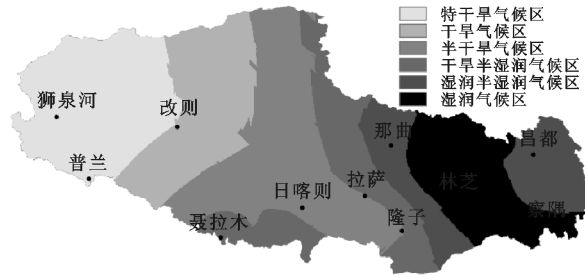


图 6 西藏自治区 UNEP 干旱指数的空间分布状况及气候分区

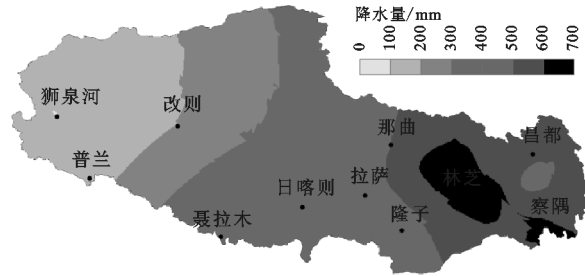


图 7 西藏自治区降水量的空间分布状况

2.2.3 降水集中指数 PCI 的空间变化特征 通过降水集中指数 (PCI) 对西藏地区年内降水量的变化特征进行分析,其空间分布情况如图 8 所示。总体上,西藏的降水集中指数值介于 12~26,说明该地区年内降水量的季度集中性情况差异较大。最小值出现在岗日噶布一带,其值为 12~14,表明该区年内降水季度集中性不高,最大值出现在塔查普山一带,其值为 24~26,说明该区年内降水量为高度季度集中性,在西藏中部地区,PCI 值相对全区来说适中,介于 16~20,说明这些地区的年内降水量表现出一定的季节集中性分布。且从东南到西北地区,PCI 值逐渐增大,即降水集中性越来越高。对比降水分布图可知 PCI 值空间分布与降水量的空间分布规律相反,即降水量越大的地方其年内降水季度集中性越低。

3 结论

(1) UNEP 干旱指数大约集中在 0.33~0.56,多年

均值为 0.46。空间分布上从西到东 UNEP 干旱指数逐渐增大,从西部地区的特干旱气候区依次向东部的湿润半湿润及湿润气候区过渡。

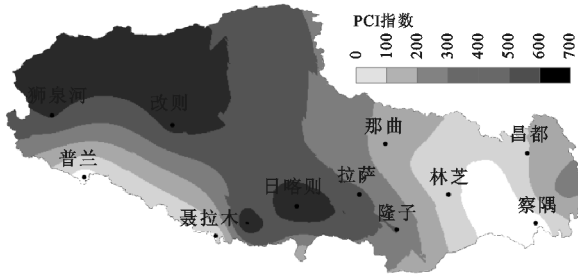


图 8 西藏降水集中指数 (PCI) 的空间分布特征

(2) 西藏地区的年际降水量大约集中在 344.3~524.7 mm,降水量在 1984 年后均呈上升趋势,且在 1990—1991 年及 2000—2005 年上升趋势显著。年际降水量从西部地区到东南部地区逐渐增大,其值从 68.8 mm 增大到 700 mm。

(3) 西藏地区年内降水量的季度集中性情况差异较大,整体上从东南到西北地区降水集中性越来越高。

参考文献:

[1] 张国宏,李智才,宋燕,等.中国降水量变化的空间分布特征与东亚夏季风[J].干旱区地理,2011,34(1):34-42.

[2] 徐维新,古松,苏文将,等.1971—2010 年三江源地区干湿状况变化的空间特征[J].干旱区地理,2012,35(1):46-55.

[3] 马明卫,宋松柏.渭河流域干旱指标空间分布研究[J].干旱区研究,2012,29(4):681-691.

[4] 任晓东.内蒙古不同气候区 ET₀ 估算方法 (FAO-PM 温度法和 Hargreaves-Samani 法) 的适用性评价[D].呼和浩特:内蒙古农业大学,2014.

[5] 唐亦汉,陈晓宏.近 50 年珠江流域降雨多尺度时空变化特征及其影响[J].地理科学,2015,35(4):476-482.

[6] 张核真,马玉才.西藏地区近四十年积温变化的动态分析[J].西藏科技,2000(4):58-59.

[7] 戴睿,刘志红,娄梦筠,等.西藏地区 50 年气候变化特征[J].干旱区资源与环境,2012,26(12):97-101.

[8] 孙小舟,封志明,杨艳昭.西辽河流域 1952—2007 年参考作物蒸散量的变化趋势[J].资源科学,2009,31(3):479-484.

[9] Oliver J E. Monthly precipitation distribution: A comparative index[J]. The Professional Geographer, 1980, 32(3): 300-309.

[10] 詹存,梁川,赵璐.川中丘陵区季节性干旱时空分布特征及成因分析[J].农业工程学报,2013,29(21):82-90.

[11] 李泽鸣,魏占民,刘虎,等.近 37 年新疆福海县 ET₀ 变化趋势及影响分析[J].干旱区研究,2015,32(3):573-578.

[12] 宋艳玲,王建林,田新峰,等.气象干旱指数在东北春玉米干旱监测中的改进[J].应用气象学报,2019,30(1):25-34.