

云南干旱“常态化”的分析

付 奔¹, 胡关东¹, 杨 帆¹, 王 龙²

(1.云南省水文水资源局,云南 昆明 650106; 2.云南农业大学水利水电与建筑学院,云南 昆明 650201)

摘 要:近年来云南持续发生严重干旱,云南干旱是否日趋“常态化”成为社会各界关心的一个热点问题,相关报道不断见诸媒体。本文从水文的角度对云南省的历史干旱、水文要素以及趋势预测等方面进行了深入的分析。在历史依据和现代气象水文观测数据的支撑下,考察近 100 年来全球增暖可能导致部分地区干旱化的可能,从而认为近年来提出的云南干旱“常态化”存在科学依据;但干旱“常态化”仅能局限于近现代时期这一时间范畴,对于今后更长时期云南省干旱发展趋势,依据现有技术手段及研究成果尚难以判断把握。

关键词:云南干旱;常态化;历史干旱分析;水文气象要素

中图分类号:X22

文献标识码:A

文章编号:1000-0852(2014)04-0082-04

1 引言

20 世纪 90 年代以来,云南旱灾表现出频次增高、范围扩大、持续时间延长和灾害损失加重等特点。特别是 2000 年以后,几乎每年均会发生不同程度旱情,2009~2012 年云南省发生 1950 年有详细观测资料以来最为严重的连续四年严重干旱,其间 2010 年还发生了百年一遇的特大干旱,受旱程度之深、受旱范围之广、持续时间之长历史罕见。全社会对干旱问题高度关注,2011 年以后,云南干旱“常态化”一词见诸各媒体,各界对干旱众说纷纭,本次研究以历史灾情数据和水文实测数据为基础,从历史旱灾的频次、趋势、水文要素的周期等多角度探讨干旱是否存在“常态化”,具有较为重要的理论和现实意义。

2 数据与方法

2.1 数据

选取《云南水旱灾害》(1950~1990)、《中国统计年鉴》(1991~2012)、《云南统计年鉴》(1991~2007)、《云南减灾年鉴》(1996~2003)、《云南抗旱规划(1990~2010)》、《农业旱灾及抗旱效益统计表(2010~2013)》等资料记载,构成研究的灾情数据基础。降水资料采

用 1956~2012 年《云南省水资源公报》。逐年降水资料见图 1。河道来水资料选择云南六大流域主要代表站逐月径流资料(1956~2012 年),包括七星桥、豆沙关、江边街、蛮耗、允景洪、道街坝、戛中、拉贺练。

2.2 研究方法

历史旱情的等别判定,主要采用文献[1]中的历史统计方法进行分析;降水及径流的趋势分析主要采用 Mann-Kendall 方法进行检验。M-K 是一种非参数检测方法,常用于水文、气象要素趋势检测^[2-6],其优点是不需要遵从一定的分布,且不受异常值的干扰,计算简便,统计量 U 数值越大,在一定程度上说明趋势越显著。小波分析具有多分辨率特点,被誉为数学“显微镜”,小波在水文科学中已经取得了包括多尺度分析在内的许多研究成果。孙卫国等^[7]用 Morlet 小波变换法分析了河南省 50 年来月径流量距平序列的多时间尺度结构,对其旱、涝时频变化特征进行了初步研究。小波分析原理详见文献[8]。

3 历史旱灾分析

3.1 云南旱灾简述

1950~2012 年的 63 年间,云南省共出现 59 个旱年,其中大旱 24 年,小旱 35 年,平均 3 年一大旱,1 年

收稿日期:2013-06-20

基金项目:水利部公益性行业专项云南旱灾应急响应系统研究(201001044);云南省水利科技项目 2009~2010 年云南特大干旱及水文综合干旱指数研究应用(201001)

作者简介:付奔(1981-),男,贵州兴仁人,工程师,主要从事防汛抗旱、水文水资源研究。E-mail: fuben1981@163.com

通讯作者:王龙(1975-),男,四川射洪人,副教授,主要从事区域水资源开发与利用。E-mail: ynnwdwl@126.com1

表 1 云南省 1950~2012 年历史干旱灾害年表
Table 1 The drought history of Yunnan province from 1950 to 2012

年份	小旱	合计	大旱	合计
1950~2012 年	1950;1951;1952;1954;1955; 1956;1957;1958;1959;1961; 1962;1964;1965;1966;1967; 1969;1972;1973;1974;1975; 1976;1978;1981;1984;1990; 1991;1993;1994;1995;1996; 1997;1998;2000;2002;2007	35	1953;1960;1963;1977;1979; 1980;1982;1983;1985;1986; 1987;1988;1989;1992;1999; 2001;2003;2004;2005;2006; 2009;2010;2011;2012	24

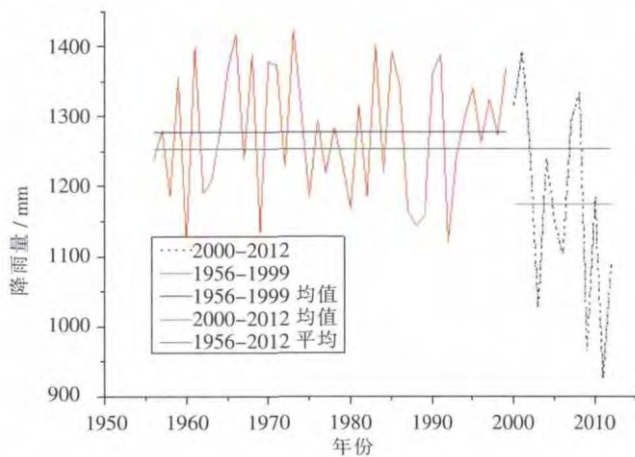


图 1 云南省年平均降水量历年变化图

Fig.1 The annual precipitation in Yunnan province from 1956 to 2012

一小旱。特大旱情发生在 1963、1979、1987、2005、2009、2010、2012 年；两年连旱发生在 1979~1980 年、1982~1983 年；四年连旱发生在 2003~2006 年、2009~2012 年；五年连旱发生在 1985~1989 年。逐年干旱统计详见表 1。

在 1950~2012 年的 63 年间,自 1979 年云南省大范围干旱之后便进入了干旱多发期,至今干旱灾害严重程度呈加重势态。1990~2012 年的 23 年中,每年均有部分州(市)发生严重以上干旱,少则 1 个州(市),多达 15 个州(市)。自 2000 年以后,云南省每年发生严重以上干旱州(市)数量明显增多。

3.2 旱灾周期分析

分析干旱灾害历史序列,以 10 年为期统计 1950~2012 年 63 年云南旱灾发生情况,得到以下初步结论:(1)云南旱灾频发,平均每 2.6 年就会出现一次比较严重的旱灾;(2)60 年来云南干旱灾害频发,特别是较大以上灾害发生次数以 10 年为期整体呈现上升趋势;(3)2000~2009 年 10 年期间,旱灾形势严峻,发生无旱 1 次,小旱 3 次,大旱 6 次。(4)2010 年以后,云南省干

旱更为严重,连续 3 年发生大旱。云南省以 10 年为期得到各期内旱灾各等级发生次数见表 2。

表 2 云南省以 10 年为期旱灾各等级发生次数
Table 2 The drought frequency in the various decades

时段	无旱 / 次	小旱 / 次	大旱 / 次	合计 / 次
1950~1959	0	9	1	10
1960~1969	1	7	2	10
1970~1979	2	6	2	10
1980~1989	0	2	8	10
1990~1999	0	8	2	10
2000~2009	1	3	6	10
2010~2012	0	0	3	3

综上所述,云南自 1950 年以来,旱灾频发,尤其是 2000 年以来,云南干旱频次升高,等级加重。根据文献[9]利用投影寻踪方法,将粮食损失、受灾面积、成灾面积进行降维处理,构建出旱灾综合评价指数,采用 Mann-Kendall 法分析得到云南省 1950~2009 年旱灾综合指数演变趋势一致。

4 水文气象要素分析

4.1 降水分析

降水偏少是干旱的主要影响因子,二者具有密切关系,若干旱存在“常态化”,则降水具有明显的指示作用。1956~2012 年云南省平均降水量 1 253mm,整体呈下降趋势,特别是近 4 年云南省降水整体持续大幅偏少,平均年降水量仅 1 041mm,较历史同期平均偏少 16.9%,云南省 4 年累计共减少降水 847mm,基本上 4 年仅下了 3 年的雨量。利用 M-K 进行降水趋势检验,检验结果见图 2。根据 M-K 趋势检验分析,统计量为 -1.873,通过 0.1 的显著性检验,在 2009 年发生由多到少的降水量突变。进一步分析 2000 年以来 13 年间平均降雨量远低于 1956~1999 年期间和 1956~2012

年多年平均降雨量(见图1)。其次,根据小波分析,云南省57年降水量序列中存在2~3a短周期及32~33a长周期。

综合趋势分析和周期分析结果,未来较短的年份内,降水量由枯变丰的可能性较小。

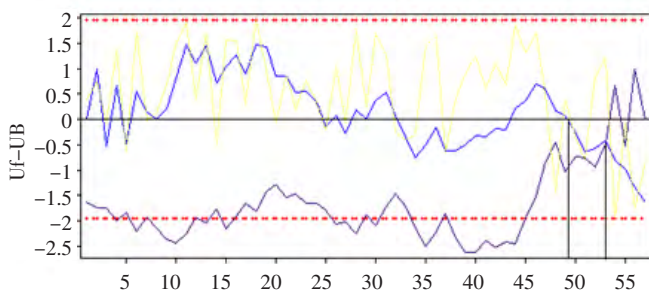


图2 云南省1956~2012年降水Kendall分析图

Fig. 2 The trend of annual precipitation in Yunnan province with Mann-Kendall test from 1956 to 2012

4.2 河道来水分析

云南省内六大流域主要干支流,近年来除怒江干流外,其余河流来水量均呈现减少趋势;近4年由于全省降水持续大幅偏少,造成河道来水持续偏枯,部分中小河流断流;较历史同期4年平均偏少33.8%。其中2009年偏少30%,2010年偏少33%,2011年偏少35%,2012年偏少37%。利用五年滑动平均可以看出,1956~2012年全省六大流域中,金沙江、伊洛瓦底江流域经历了三个相对丰水期,珠江、澜沧江、红河、怒江流域经历了两个相对丰水期,目前均属于明显的相对枯水期。

分别选取六大流域主要干支流控制站有资料序列以来逐年平均流量,分析其趋势和周期。

(1)M-K趋势检验。长江支流牛栏江七星桥站流量自2010年呈现减少趋势,且在2011年发生由多到少的突变。长江支流关河豆沙关站流量自1980年后呈现减少趋势,且在1987年发生由多到少的突变。珠江干流江边街站流量自2003年后呈现减少趋势,且在2008年发生由多到少的突变。红河干流蛮耗站流量自2008年后呈现减少趋势,且在2010年发生由多到少的突变。澜沧江干流景洪站流量自2003年后呈现减少趋势,且在2009年发生由多到少的突变。怒江干流道街坝站流量自1991年后呈现增长趋势,其中2004~2008年间增长趋势明显。伊洛瓦底江流域大盈江拉贺练站流量自2003年后呈现减少趋势,且在2005年出现由多到少的突变。伊洛瓦底江流域瑞丽江戛中站流

量自2008年后呈现减少趋势,且在2010年发生由多到少的突变。

(2)小波周期分析。根据六大流域主要干支流控制站流量资料小波周期分析,云南省六大流域主要代表站流量大多存在2~3a短周期,长周期主要有9~10a、20~22a、26~27a、30~32a。说明代表站流量在2~3a内会出现上下波动。六大流域各主要代表站周期分析见表3。

表3 六大流域各主要代表站周期分析表

Table 3 The runoff cycles of the stations in the major watersheds

流域	河名	代表站	短周期/a	长周期/a
金沙江	牛栏江	七星桥	2~3	26~27
	关河	豆沙关	2~3	9~10
珠江	干流	江边街	2~3	26~27
红河	干流	蛮耗	2~3	26~27
澜沧江	干流	允景洪	2~3	30
怒江	干流	道街坝	2~3	30
伊洛瓦底江	瑞丽江	戛中	2~3	20~22
	大盈江	拉贺练	2~3	30~32

5 结论与讨论

(1)基于历史灾情资料,云南干旱频发,其历史依旧;特别是21世纪以来,频次更高,“三年一大旱、一年一小旱”是云南省旱灾的真实写照。因此,云南省干旱本身具有的自然属性和历史灾情记录可以为“常态化”提供一定客观依据。

(2)基于干旱的水文气象要素分析研究,1956~2012年云南省降水、河道来水存在一定周期性,且整体呈现减少趋势,特别是进入21世纪以后减少趋势更为明显,最近四年更是连续出现极小值,直接导致了近年来社会各界对于云南省干旱重视程度的不断提高,进一步加剧了干旱“常态化”的社会影响。

(3)基于趋势分析和周期分析结论,加之全球增暖影响,随着水文气象要素综合驱动,在一定时段内,降水由枯转丰、径流由偏少转为正常偏多的可能性不大,云南省仍将呈现偏旱态势,干旱“常态化”在今后一段时期仍将被保持极高关注度,人们对于云南干旱“常态化”的感受可能会日益明显。

综上所述,云南干旱频发,具有现代灾情记录依据,同时,近100年来的全球增暖,导致了部分地区存在旱化可能,从而近年来提出的“常态化”存在一定依

据。但是,考虑到气候演变存在的大周期,现有研究成果并未能证明冷暖变化的终止,而呈现增暖的唯一趋势,因此,干旱“常态化”仅能局限于近现代时期的时间范畴,对于今后云南省长期干旱发展趋势,依据现有技术手段及研究成果难以判断把握。

参考文献:

- [1] 云南省水利水电厅. 云南省水旱灾害[R]. 1999.10. (Water Conservancy and Hydropower Department of Yunnan Province. Flood and drought disasters in Yunnan province[R].1999.10. (in Chinese))
- [2] 王振龙,孙乐强,郝振纯,等. 淮北平原降水时空变化规律研究[J]. 水文, 2010, (6):78-84. (WANG Zhenlong, SUN Leqiang, HAO Zhenchun, et al. Research on temporal and spatial variation of precipitation in Huaibei plain [J]. Journal of China Hydrology, 2010, (6):78-84. (in Chinese))
- [3] 张丹,周惠成. 大凌河流域上游水资源变化趋势及成因研究 [J]. 水文, 2011,(4):81-87. (ZHANG Dan, ZHOU Huicheng. Change of runoff and its major driving factors in upper reaches of Dalinghe River basin [J]. Journal of China Hydrology, 2011,(4):81-87. (in Chinese))
- [4] 轩玮,李翀,赵慧颖,等. 额尔古纳河流域近 50 年水文气象要素变化分析 [J]. 水文, 2011,(5):80-87. (XUAN Wei, LI Chong, ZHAO Huiying, et al. Analysis of meteorological and hydrological change of Argun River basin in recent 50 Years [J]. Journal of China Hydrology, 2011,(5):80-87. (in Chinese))
- [5] 朱红艳. 宝鸡峡灌区水文要素变化特征分析[J]. 水文, 2011,(5):92-96. (ZHU Hongyan. Analysis of variety characteristics of hydrologic factors in Baojixia irrigation district [J]. Journal of China Hydrology, 2011,(5):92-96. (in Chinese))
- [6] 王振龙,陈玺,郝振纯,等. 淮河干流径流量长期变化趋势及周期分析 [J]. 水文, 2011,(6):79-85. (WANG Zhenlong, CHEN Xi, HAO Zhenchun, et al. Long-term changing trends and periodic analysis of runoff at Lutaizi station on Huaihe River [J]. Journal of China Hydrology, 2011,(6):79-85. (in Chinese))
- [7] 孙卫国,程炳岩. 河南省近 50 年来旱涝变化的多时间尺度分析[J]. 南京气象学院学报, 2000,23(1):251-2551. (SUN Weigu, CHENG Bingyan. Multiple time scales analysis of drought and flood variations in Henan province during the last 50 years [J]. Journal of Nanjing Institute of Meteorology, 2000,23(1):251-2551. (in Chinese))
- [8] V.Venckp, E.Foufoula-Georgiou. Energy decomposition of rainfall in the time-frequency-scale domain using wavelet packets [J]. Journal of Hydrology, 1996,187:3-27.
- [9] 余航,王龙,文俊,等. 基于投影寻踪原理的云南旱灾评估[J]. 中国农业通报, 2012,08:267-270. (YU Hang, WANG Long, WEN Jun, et al. Assessment on drought disaster in Yunnan province based on the principle of projection pursuit method [J]. Chinese Agricultural Science Bulletin, 2012,(8):267-270. (in Chinese))

Analysis of Drought Normalization in Yunnan Province

FU Ben¹, HU Guandong¹, YANG Fan¹, WANG Long²

(1. Hydrology and Water Resources Bureau of Yunnan Province, Kunming 650106, China;

2. College of Hydraulic and Architectural Engineering, Yunnan Agricultural University, Kunming 650201, China)

Abstract: Severe droughts have frequently occurred in Yunnan Province in recent years, and it has become a focus of public concern whether the droughts have got in normalization. In this paper, we analyzed the droughts in the aspects of hydrology, drought history, hydrologic factors, and drought prediction. Supported by historical meteorological and hydrological records, we investigated the possibility whether global warming has increased drought frequency in some regions in the last one hundred years. The results provide strong evidence that droughts in Yunnan Province have become normalization. However, the normalization of droughts only occurred in the recent decade. As for the drought trend in Yunnan in the future, it is still difficult to predict by relying on current technology and research findings.

Key words: Yunnan drought; normalization; historical drought analysis; hydrological and meteorological factors