

干旱指标等级划分方法及应用

吴凤燕,关洪林

(湖北省水利水电科学研究院,湖北 武汉 430070)

摘要 :在总结评价干旱指标等级标准确定方法的基础上,利用钟祥站建站至今的气象资料和历史干旱资料,采用频率分析法对气象干旱指标进行等级划分并确定等级标准值。应用结果表明:等级划分后干旱指标更加适用于钟祥地区。

关键词 :干旱指标;等级划分;鄂中地区;钟祥市

中图分类号 :P429 文献标识码 :A 文章编号 :1006-7647(2011)S1-0042-03

干旱指标是描述干旱特征的基本工具,是反映干旱程度的定量指标。根据《干旱评估标准》(试行)以及全国抗旱实践,通常将干旱程度划分为轻度干旱、中度干旱、严重干旱和特大干旱 4 个等级,干旱指标也相应划分成 4 个等级。目前国内外的干旱指标有很多,这些指标在干旱的监测、评价、防旱抗旱、减少旱灾损失上发挥了很大的作用。但是,由于干旱成因复杂且影响因素众多,目前还没有一种在不同气候、不同区域、不同时段下都普遍适用的干旱指标,这种不适应性主要由以下 2 个原因引起:①指标本身未能抓住干旱的主要影响因素,如考虑降雨因素的干旱指标适用于以降雨为主要成因的干旱地区,而不适用于以蒸发量大为主要成因的干旱地区;②指标的等级划分标准即等级的临界值不适用,如对连续无雨日数指标,甲地连续 10 d 不降雨即发生干旱,而乙地连续 20 d 不降雨也不发生干旱。当前对干旱指标等级标准的确定方法研究较少,导致同一指标在不同气候区采用相同临界值^[1-3],或在假设临界值的异同与该指标与参照指标表现形式的异同相当的基础上,通过简单的数学换算得到临界值等现象^[4],影响了干旱程度的精确判断,制约了抗旱减灾工作的高效开展。因此,对干旱指标等级划分方法的研究具有重大的现实意义。

1 等级划分方法概述

归纳起来,干旱指标的等级标准确定方法有以下几种^[1-4]:

a. 试凑法。试凑法就是针对某干旱等级,先计

算已知该干旱等级的历史干旱事件的干旱指标值,然后取指标值的极大、极小值分别作为该干旱等级的上、下临界值。对产生冲突的临界值根据实际情况做一定的调整,最终使大部分已知干旱等级的历史干旱事件得到合理归类。

b. 对比法。对比法就是用已知等级标准的干旱指标做参考,对比两者计算结果,确定未知等级标准干旱指标的临界值。即先分别计算等级标准已知的干旱指标和需等级划分的干旱指标的指标值,然后用等级标准已知的干旱指标划分干旱事件的干旱等级,再以此干旱等级为依据,采用试凑法等划分等级标准未知的干旱指标。对自变量一样的指标,则可以对 2 种指标的表达式,直接计算未知指标的等级标准;对自变量不同的指标,由于对干旱的影响程度和方式不一,计算结果可能会产生很大偏差。

c. 频率分析法。频率分析法就是在计算干旱指标值的基础上,将指标值进行排频,选择固定频率所对应的干旱指标值作为指标的临界值,固定频率所对应的指标值可通过数值内插而得。4 个干旱等级至少应有 4 个固定频率,可通过分析历史旱情资料初步确定。

d. 排频等分法。排频等分法也是在计算干旱指标值的基础上,将指标值进行排频,取下频率(如 50%)对应的干旱指标值作为下限 $x_{\min}$,取上频率(如 99%)对应的干旱指标值作为上限 $x_{\max}$,中间分成 n 等份,则 $t = (x_{\max} - x_{\min}) / n$,以 $m = \text{in}(n/4)$ 等份的间隔进行分配。

以上 4 种干旱指标等级划分方法各有优缺点。

试凑法、对比法对资料的年限或长度没有特别的要求,但是试凑法需要明确历史干旱事件的干旱等级,而历史干旱事件的干旱等级具有很大的主观性,且其依据通常为旱灾资料,而旱灾和旱情等级存在很大差别^[6];对比法需要一个认可的干旱指标,由于不同类型的指标所描述的干旱等级势必存在差别,对比法在某种程度上将忽视这种差别。频率分析法和排频等分法对资料系列的年限或长度有一定的要求,总体上资料系列的年限或长度越长,效果越佳,但是这2种方法假设频率和干旱等级之间存在某种对应关系,且需事先给定。这4种方法都受人为因素的影响,以试凑法所受影响最大,排频等分法所受影响最小。实际应用中需根据掌握的资料情况、操作经验等加以选择。

2 应用研究

2.1 选用的干旱指标

降水距平百分比因其抓住了干旱的主要影响因素、较为直观且所需资料易于获取而得到广泛使用。该指标以历史平均降雨水平为基础表征某一时段降水量异常的现象。降水距平是指计算期内降雨量与多年同期平均降雨量的差值,降水距平百分比是降水距平值与多年同期平均降雨量的比值:

$$D_p = \frac{P - \bar{P}}{\bar{P}} \times 100\%$$

式中: D_p 为计算期内降水距平百分比,%; P 为计算期内降水量,mm; $\bar{P}$ 为计算期内多年平均降水量,mm。

根据《干旱评估标准》湖北省的等级划分标准值见表1。

2.2 资料来源和计算说明

荆门、京山、钟祥等地是湖北省干旱发生频率最高、旱灾最为严重的地区之一,俗称“旱包子”。钟祥地处3市中间,因此选取钟祥站的资料进行应用研究。钟祥站可供使用的是1956—2007年的降雨资料。该区夏旱、秋旱或夏秋连旱的灾害损失最大,本文将分别对夏秋两季降水距平百分比进行等级划分。由于钟祥地区缺乏已知干旱等级的历史干旱事件,同时无普遍公认的干旱指标,但是降雨资料的年限较长,因此可以采用频率分析法或排频等分法确定干旱指标临界值,考虑到实际掌握的历史旱情资料,本文选用频率分析法来确定干旱指标的临界值。

表1 降水距平百分比旱情等级划分

季 节	计算时段	轻度干旱	中度干旱	严重干旱	特大干旱
夏季(6—8月)	1个月	$-20 > D_p \geq -40$	$-40 > D_p \geq -60$	$-60 > D_p \geq -80$	$D_p < -80$
春秋(3—5月、9—11月)	2个月	$-30 > D_p \geq -50$	$-50 > D_p \geq -65$	$-65 > D_p \geq -75$	$D_p < -75$
冬季(12—2月)	3个月	$-25 > D_p \geq -35$	$-35 > D_p \geq -45$	$-45 > D_p \geq -55$	$D_p < -55$

根据钟祥地区52 a(1656—2007年)来发生各类型干旱的情况,频率分析法所需的4个固定频率 p_1 、 p_2 、 p_3 、 p_4 见表2。

表2 襄樊站不同干旱类型对应频率

季节	p_1	p_2	p_3	p_4
夏季	0.30	0.50	0.70	0.90
秋季	0.45	0.65	0.80	0.90

2.3 应用及结果分析

采用频率分析法对襄樊站各季降水距平百分比指标进行等级划分,等级划分示意图见图1。图中直观地展示了频率分析法的等级划分、各季干旱等级的标准值确定过程。各季干旱指标的等级标准值见表3。

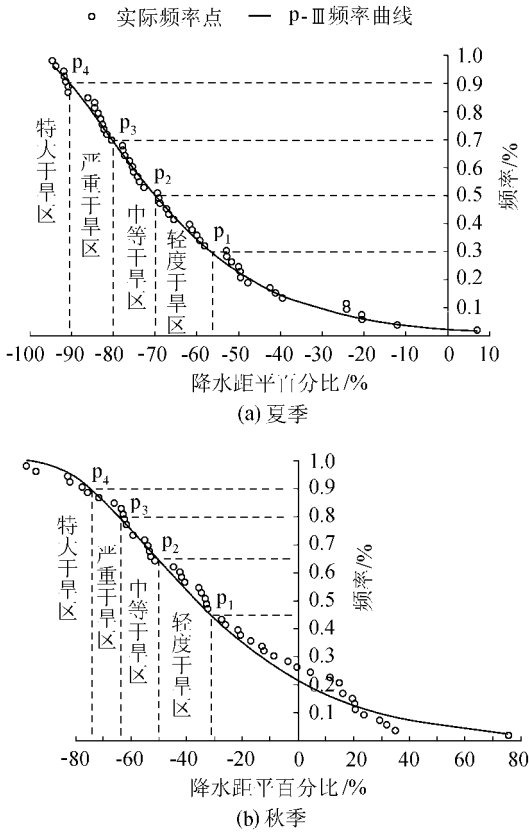


图1 钟祥站降水距平百分指标等级划分示意图

表3 襄樊站各季降水距平百分比等级标准值

季节	轻度干旱	中度干旱	严重干旱	特大干旱
夏季	$-55 > D_p \geq -70$	$-70 > D_p \geq -80$	$-80 > D_p \geq -91$	$D_p < -91$
秋季	$-31 > D_p \geq -50$	$-50 > D_p \geq -64$	$-64 > D_p \geq -74$	$D_p < -74$

由图1可知,按照表1的等级标准,钟祥市52 a中仅2 a未发生夏旱,中度以上夏旱发生45 a,严重

程度以上夏旱发生 34 a ,特大夏旱发生 16 a。发生频率偏大 ,与实际有一定的出入。按照本文确定的等级标准(表 3) ,钟祥市 52 a 中有 36 a 发生轻度以上夏旱 ,中度以上夏旱发生 25 a ,严重程度以上夏旱发生 16 a ,特大夏旱发生 7 a。本文确定的秋旱标准值与表 1 中的相应标准值相当。

根据表 3 的等级标准和不同时期降水距平百分比指标值 ,评定钟祥市 1956—2007 年间发生夏旱情况如下 :1959 年 ,1966 年 ,1972 年发生特大干旱 ,1988 年 ,1990 年 ,1992 年 ,1993 年 ,1994 年 ,2001 年发生严重干旱 ,1962 年 ,1964 年 ,1995 年 ,1999 年 ,2005 年 ,2006 年发生中度干旱 ;发生秋旱情况如下 :1973 年 ,1979 年 ,1988 年 ,1991 年发生严重秋旱 ,1957 年 ,1978 年 ,1990 年 ,2004 年发生严重干旱 ,1966 年 ,1992 年 ,1994 年 ,2002 年发生中度干旱。干旱识别和评判结果较为符合实际 ,说明本文使用的干旱等级划分方法是可行性的。

3 结 语

干旱指标是监测、评价、研究干旱的发生、发展规律的重要工具 ,在实践中得到广泛应用并发挥巨大作用。但干旱影响因素的复杂性制约了干旱指标及其等级标准在不同时空条件下的通用性 ,从而使干旱指标及其等级标准确定方法的研究成为当前研

究的热点 ,特别是对等级标准确定方法的研究 ,由于起步较晚 ,研究成果较少。本文对干旱指标等级确定方法进行了详细的归纳总结 ,分析了各种方法的优缺点 ,供择优使用。利用钟祥站 1956—2007 年共 52 a 气象资料 ,采用频率分析法对降水距平百分比指标进行等级划分 ,划分后干旱等级指标值与《干旱评估标准》中的相应值有一定的差别 ,但更加符合钟祥地区的实际情况 ,对干旱的识别和等级评估基本符合该区干旱实际情况。

参考文献 :

[1] 张强 鞠笑生 李淑华 . 三种干旱指标的比较和新指标的确定 [J]. 气象科技 ,1998 (2) :48-52.
[2] 赵旭春 . 中国北方干旱区干旱指标的应用研究 [D]. 兰州 :兰州大学 ,2007.
[3] 朱自玺 ,刘荣花 ,方文松 ,等 . 华北地区冬小麦干旱评估指标研究 [J]. 自然灾害学报 ,2003 ,12 (1) :145-150.
[4] 王旭峰 . 山东省抗旱预案研究 地下水干旱指标、综合旱涝指标评价及抗旱对策研究 [D]. 济南 :山东大学 ,2005.
[5] 国家防汛抗旱总指挥部办公室 . 中国水旱灾害 [M]. 北京 :中国水利水电出版社 ,1997.
[6] 湖北省水利厅 . 湖北水利大事记 [M]. 武汉 :长江出版社 ,2006.
[7] 湖北省水利厅 . 湖北省抗旱指导手册 [M]. 武汉 :湖北科学技术出版社 ,2003.

(收稿日期 2011-03-18 编辑 方宇彤)

(上接第 4 页)

可以预计 ,在纵向和竖向地震作用下地下厂房的地震反应也将比较显著。因此 ,应重视和加强大型地下厂房的抗震研究 ,确保水电机组安全稳定运行。

参考文献 :

[1] 舒扬骥 ,王日宣 . 水电站厂房动力分析 [M]. 北京 :水利电力出版社 ,1987.
[2] 晏志勇 ,王彬 ,周建平 ,等 . 汶川地震灾区大中型水电工程震损调查与分析 [M]. 北京 :中国水利水电出版社 ,2009.
[3] 隋斌 ,朱维申 ,李晓静 . 地震荷载作用下大型地下洞室群的动态响应模拟 [J]. 岩土工程学报 ,2008 ,30 (12) :1877-1882.
[4] 李海波 ,朱莅 ,吕涛 ,等 . 考虑地震动空间非一致性的岩体地下洞室群地震反应分析 [J]. 岩石力学与工程学报 ,2008 ,27 (9) :1757-1766.

[5] 李小军 ,卢滔 . 水电站地下厂房洞室群地震反应显式有限元分析 [J]. 水力发电学报 ,2009 ,28 (5) :41-46.
[6] 左双英 ,肖明 . 映秀湾水电站大型地下洞室群三维非线性损伤地震响应数值分析 [J]. 水力发电学报 ,2009 ,30 (3) :721-728.
[7] 张运良 ,马艳晶 . 基于两类典型动力人工边界的水电站地下洞室群地震反应分析 [J]. 水电能源科学 ,2010 ,28 (3) :70-73 ,145.
[8] 张运良 ,马艳晶 ,韩涛 . 大型水电站地下洞室群三维地震反应时域分析 [J]. 水力发电 ,2010 ,36 (5) :27-30.
[9] 张运良 ,马艳晶 . 斜入射 SV 波作用下的水电站地下洞室群地震反应特点 [C] // 夏才初 . 第三届水工岩石力学会论文集 . 上海 :同济大学出版社 ,2010 :157-162.
[10] 张运良 . 大型水电站蜗壳及厂房结构动力分析问题探讨 [J]. 水利水电科技进展 ,2010 ,30 (6) :20-25.
[11] 杜修力 ,赵密 . 基于黏弹性边界的拱坝地震反应分析方法 [J]. 水利学报 ,2006 ,37 (9) :1063-1069.

(收稿日期 2010-09-13 编辑 高建群)