

方茸, 周后福, 屈雅. 基于江淮分水岭地区的 Z 指数修正[J]. 气象, 2010, 36(10): 110-113.

基于江淮分水岭地区的 Z 指数修正^{*}

方 茸¹ 周后福² 屈 雅³

1 安徽合肥市气象局, 合肥 230031

2 安徽省气象科学研究所, 合肥 230031

3 中国气象局公共气象服务中心, 北京 100081

提 要: 利用安徽江淮分水岭地区的合肥、六安、巢湖 3 个代表站 1957—2008 年汛期 5—9 月降水量资料, 计算成相应的 Z 指数, 在用 Z 指数作为旱涝分级指标过程中, 发现 Z 指数理论界限值并不符合江淮分水岭地区的实际情况, 因此必须对此进行修改和订正。以微调和旱涝年份数量大体对等为原则进行修正, 修正后的 7 级和 5 级 Z 指数界限值较好地反映出江淮分水岭地区实际旱涝, 因此修正后的 Z 指数可以应用到安徽江淮分水岭地区汛期旱涝等级划分中。

关键词: 汛期旱涝, Z 指数, 指数修正, 江淮分水岭

Adjustment of Z-Index Based on Jianghuai Watershed Area

FANG Rong¹ ZHOU Houfu² QU Ya³

1 Hefei Meteorological Bureau of Anhui Province, Hefei 230031

2 Anhui Research Institute of Meteorology, Hefei 230031

3 Public Weather Service Center, China Meteorological Administration, Beijing 100081

Abstract: With the flood-season precipitation data at 3 sampling meteorological stations in Jianghuai Watershed area of Anhui Province from 1957 to 2008, the Z-index method was applied to judge the flood/drought grades in Jianghuai Watershed area, and it is found that the theoretical Z-index is not suited to Jianghuai Watershed area. In this case the theoretical boundary of Z-index should be adjusted, and there are two principles of adjustment; the first is slightly adjustment, and the second is that years of drought and flood are nearly equal. The new boundaries of Z-index for the grades of flood/drought are more suitable for the Jianghuai Watershed area. Therefore the modified Z-index can be well applied to Jianghuai Watershed area.

Key words: flood/drought of flood season, Z-index, index adjustment, Jianghuai Watershed area

引 言

旱涝一直是影响全球极其严重的自然灾害, 因此旱涝问题一直备受关注。旱涝指标是旱涝灾害研究中的基础问题, 也是热点问题之一^[1]。国内外不少科学工作者对旱涝指标做过大量的研究工作, 有多种方法可以表示旱涝级别, 这些旱涝指标概括起

来大致可以分为气象指标、水文指标和农业指标。气象上的旱涝指标表达方式有很多, 常用的旱涝指标可以归纳为 3 类: 用降水量多少表示, 用地表土壤湿度表示, 根据热量平衡原理计算而得^[2-5]。用土壤湿度表征旱涝指标, 优点是土壤湿度具有一定的综合性, 能够反映作物生育期的水分需求情况, 其缺点是湿度资料比较缺乏, 不易作较大范围的旱涝分析。利用热量平衡原理制定的旱涝指标, 较全面地考虑

* 合肥市 2007 年度重点科研项目“基于 SVD 的合肥地区汛期旱涝气候预测研究应用”资助
2008 年 10 月 17 日收稿; 2009 年 10 月 22 日收修定稿
第一作者: 方茸, 主要从事天气预报和气象服务工作. Email: fangrong16@hotmail.com

水分收支,有良好的物理基础,然而由于径流、蒸发资料较难测定,因此在资料不充分的条件下,该方法的运用存在困难^[6-9]。

在实际气候业务中,经常使用降水量距平法、干燥度、Z 指数等方法划分旱涝指标;Z 指数较客观地反映出干旱程度,降水量距平百分率监测的干旱程度较轻,干燥度指标夸大干旱严重程度^[4]。各种旱涝指标都有其优点,亦存在一定的缺陷。研究表明,Z 指数方法由于消除了量纲,将降水资料正态化处理,抵消了降水量平均值不同的影响,相比于其他方法,是单站划分旱涝较好的指数,更适合在实际中使用^[4-5,7]。本文即从此角度出发,在安徽省江淮分水岭地区中取合肥、六安、巢湖 3 个代表站的汛期降水资料进行 Z 指数处理,与 7 级旱涝 Z 指数标准进行对比,发现与实际出入较大,需要修正 Z 指数的界限,以便更加适宜在江淮分水岭地区中使用。

1 资料和方法

所用资料:在安徽江淮分水岭地区选取合肥、六安、巢湖 3 个气象站的汛期(5—9 月)总降水量资料,资料序列为 1957—2008 年,序列长度 52 年。用 3 个站汛期降水平均值作为江淮分水岭的降水资料,可以理解该序列为单站资料,因此可以应用 Z 指数作江淮分水岭的旱涝分析。

所用方法:由于某一时段的降水量一般并不服从正态分布,现假设汛期降水量服从泊松 III 型分布,其概率密度分布为:

$$P(R) = [\beta \Gamma(\gamma)]^{-1} [(R - \alpha)/\beta]^{\gamma-1} e^{-(R-\alpha)/\beta}$$

通过对降水量 R 进行正态化处理,可将概率密度函数泊松 III 型分布转换为以 Z 为变量的标准正态分布,得到下式:

$$Z_i = \frac{6.0}{C_s} \times \left(\frac{C_s \times \varphi_i}{2} + 1 \right)^{\frac{1}{3}} - \frac{6.0}{C_s} + \frac{C_s}{6.0} \quad (1)$$

式中, C_s 为偏态系数,用来检测观测值是否服从正态分布^[10]; φ_i 为标准变量。 C_s 和 φ_i 可由资料序列计算得到,有以下的计算公式^[4]:

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^3}{n \sigma^3} \quad (2)$$

$$\varphi_i = \frac{R_i - \bar{R}}{\sigma} \quad (3)$$

其中, R_i 为逐年降水量序列, \bar{R} 为累年平均值, σ 为

标准差,计算方法如下:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (R_i - \bar{R})^2} \quad (4)$$

$$\bar{R} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n R_i \quad (5)$$

将式(4)和(5)计算结果代入(2)和(3),得到 C_s 和 φ_i 值;由 C_s 和 φ_i 值代入式(1)可得 Z 指数值,因而采用式(1)~(5)即可求得 Z 指数序列。

Z 指数分级要求偏态系数 C_s 能够经得起检验,只有经过了检验之后,才能够认为 Z 指数是符合正态分布的。如果在显著水平 $\alpha=0.05$ 下,当

$$|C_s| > 1.96 \sqrt{\frac{6(n-2)}{(n+1)(n+3)}} \quad (6)$$

则拒绝假设,认为时间序列不服从正态分布;否则就认为时间序列遵从正态分布^[11]。

2 Z 指数修正

经过计算,对于江淮分水岭地区 52 年的 Z 指数时间序列的偏态系数为 0.222,小于式(6)右端计算得到的 0.629,因此该序列服从正态分布,针对该 Z 指数的旱涝等级分析才有意义。Z 指数的旱涝分级通常分为 7 级,即特涝、大涝、偏涝、正常、偏旱、大旱和特旱,一般要求特涝和特旱所占比例分别为 5%,大涝和大旱所占比例分别为 10%,偏涝和偏旱所占比例分别为 15%,正常级所占比例为 40%,见表 1 中的第 2 列。据此理论概率分布,经过正态分布函数的查算^[10],得到相应的 Z 值范围。这样所对应的 Z 指数旱涝等级、Z 指数、累计频率和理论概率见表 1,其中 $P(Z)$ 代表累计频率。

表 1 Z 指数 7 级旱涝分级指标

Table 1 Seven grades of flood/drought for Z-index

等级	理论 概率/%	Z 值范围	累计频率/%	本地实际 概率/%
1 级特涝	5	$Z \geq 1.645$	$95 \leq P(Z)$	1.9
2 级大涝	10	$1.042 \leq Z < 1.645$	$85 \leq P(Z) < 95$	9.6
3 级偏涝	15	$0.526 \leq Z < 1.042$	$70 < P(Z) < 85$	21.2
4 级正常	40	$-0.526 \leq Z \leq 0.526$	$30 \leq P(Z) \leq 70$	32.7
5 级偏旱	15	$-1.042 < Z < -0.526$	$15 < P(Z) < 30$	23.1
6 级大旱	10	$-1.645 < Z \leq -1.042$	$5 < P(Z) \leq 15$	3.8
7 级特旱	5	$Z \leq -1.645$	$P(Z) < 5$	7.7

表 1 是根据理论概率推算出的 Z 值范围,可以看出 Z 指数的界限值具有对称性,即特涝和特旱都是以绝对值 1.645 为界,大涝和大旱都是以绝对值

1.042~1.645 为界,偏涝和偏旱都是以绝对值 0.526~1.042 为界,正常级以绝对值 0.526 为界。表中的累计频率为理论概率的累计值。

表 1 同时给出依据 Z 指数旱涝等级标准划分的江淮分水岭地区实际概率。实际概率与理论概率相比,2 级接近,7 级大体接近,1 级、6 级差别较大(皆明显偏少),同时注意到 7 级次数远多于 6 级。总的来看,根据该 Z 指数的旱涝等级标准划分江淮分水岭地区的旱涝等级,其 7 个等级的分布形式与实际不尽相符,说明 Z 指数在划分各旱涝等级的界限值上存在问题。因此需要对此旱涝等级划分标准作适当的修正,使旱涝等级分布更加合理地描述本地区的旱涝程度,尽量接近江淮分水岭地区的实际状况。

因此,对 Z 指数标准的界限值进行调整设计了 2 条原则。首先是划分后的旱涝年份要大体相当,即旱的年份要接近于涝的年份;其次是在原有 Z 指数界限值基础上作微调,而不是做大幅变动,调整的幅度一般以 20% 为界。

表 2 为修正后的 Z 指数旱涝分级指标,包括 Z 值范围、调整幅度和实际概率。从调整幅度的比例来看,其比例介于 0~20.2 之间;从实际出现概率来看,调整后涝级(特涝、大涝、偏涝)的概率非常接近于理论概率,正常级概率几乎相当于 40%,特旱级近于 5%,只是大旱级略有差异。通过比较表 1 和表 2 中的实际概率,可以明显判断出经过修正后的实际概率比没有修正的实际概率好得多,其旱涝级别更加合理。

表 2 修正后的 Z 指数 7 级旱涝分级指标

Table 2 Modified seven grades of drought/flood for Z -index

等级	Z 值范围	调整幅度/%	本地实际概率/%
1 级特涝	$Z \geq 1.431$	-13.1	5.8
2 级大涝	$0.832 \leq Z < 1.431$	-20.2, -13.2	11.5
3 级偏涝	$0.61 \leq Z < 0.832$	16.0, -20.2	15.4
4 级正常	$-0.61 < Z < 0.61$	-16.0, 16.0	40.4
5 级偏旱	$-1.042 < Z \leq -0.61$	0.0, -16.0	15.4
6 级大旱	$-1.862 \leq Z \leq -1.042$	-13.2, 0.0	5.8
7 级特旱	$Z < -1.862$	-13.2	5.8

修正前后对于旱涝等级作了调整的年份总共有 16 年,占有年份比例的 30.7%,调整前后的年份和旱涝等级见表 3。由表可知,1958 年由 5 级偏旱调整为 6 级大旱,1978 年由 7 级特旱调整为 6 级大旱,其他年份则是将正常级别分别调整为偏旱或偏涝级别。调整前后旱涝等级只差一个等级,没有出

现旱涝等级的较大变化,说明这种调整是可行的。

表 3 修正前后年份的旱涝等级对比

Table 3 The comparisons between before and after modified grades of flood/drought for Z -index

年	修正前旱涝等级	修正后旱涝等级
1958	5	6
1960	4	3
1962	4	3
1964	4	5
1968	4	5
1971	4	3
1976	4	5
1977	4	3
1978	7	6
1982	4	3
1983	4	3
1984	4	3
1994	4	5
1995	4	5
1996	4	3
2003	4	3

同时,在实际业务应用和科学研究中还广泛用到 5 级旱涝分级。5 级旱涝等级的划分通常应用降水距平百分率、降水均值和方差等形式, Z 指数的 7 级划分标准比较常见,而 5 级划分标准却很少见到。同样地,本文将依据 Z 指数作 5 级旱涝等级的划分。对于 5 级旱涝分级的理论概率,大涝和大旱都为 10%,偏涝和偏旱都为 20%,正常和 7 级旱涝等级划分概率保持不变。据此理论概率可以查算出 Z 值范围。表 4 为 5 级指标中的理论概率、 Z 值范围、累计频率以及本地区实际出现概率。表中累计频率为其累计值。

表 4 Z 指数 5 级旱涝分级指标

Table 4 Five grades of flood/drought for Z -index

旱涝分级	理论概率/%	Z 值范围	累计频率/%	本地实际概率/%
1 级大涝	10	$Z \geq 1.282$	$90 \leq P(Z)$	5.8
2 级偏涝	20	$0.526 \leq Z < 1.282$	$70 < P(Z) < 90$	26.9
3 级正常	40	$-0.526 < Z < 0.526$	$30 \leq P(Z) \leq 70$	32.7
4 级偏旱	20	$-1.282 < Z \leq -0.526$	$10 < P(Z) < 30$	23.1
5 级大旱	10	$Z \leq -1.282$	$P(Z) < 10$	11.5

由表 4 可知,4 级(正常)级别 32.7%、1 级(大涝)级别 5.8%,与理论概率相比明显偏低;2 级(偏涝)占 26.9%,则明显偏高。因此也需要对 5 级旱涝等级标准重新修正,重点在于修改 Z 指数各个级别的边界,以更加合理地表述本地区旱涝程度。经过修正后的 5 级旱涝分级指标见表 5。由表可见,经修正后的 5

级旱涝分级指标各个级别所占比例分别为:大涝 9.6%,大旱 11.5%,较为接近 10%的理论概率;偏涝 21.2%,偏旱 15.4%,在理论概率 20%左右;正常级 42.3%,非常近于理论概率的 40%,因而经过调整之后,各个旱涝等级的划分概率更加接近理论值,说明这种 Z 指数的分级是可靠的。

表 5 修正后的 Z 指数 5 级旱涝分级指标

Table 5 Modified five grades of drought/flood for Z-index

旱涝分级	Z 值范围	调整后概率/%
1 级大涝	$Z \geq 1.20$	9.6
2 级偏涝	$0.63 \leq Z < 1.20$	21.2
3 级正常	$-0.63 < Z < 0.63$	42.3
4 级偏旱	$-1.20 < Z \leq -0.63$	15.4
5 级大旱	$Z \leq -1.20$	11.5

3 结 语

本文利用安徽江淮分水岭地区的合肥、六安、巢湖 3 个代表站 1957—2008 年汛期 5—9 月降水量资料计算的 Z 指数,发现根据 Z 指数理论界限值所划分的旱涝等级并不符合江淮分水岭地区实际,因此对理论值进行了修改和订正,使得调整之后的实际概率和理论概率基本相当。在修正过程中,遵循微调和旱涝年份数量大体对等 2 个基本原则。同时考虑到 Z 指数的 7 级划分标准多,而 5 级标准很少见到,因而作者进行了 Z 指数的 5 级旱涝划分。修正

后的 7 级和 5 级 Z 指数实际概率较好地反映出江淮分水岭地区旱涝状况,因此修正后的 Z 指数可以应用到安徽江淮分水岭地区汛期旱涝的等级划分中。

参考文献

- [1] 王越. 西北地区旱涝指数及时空特征研究[D]. 南京:南京气象学院,2003:5-7.
- [2] 杨金虎,杨启国,姚玉璧,等. 西北东部夏季干湿演变及环流特征[J]. 气象,2006,32(10):94-101.
- [3] 邹旭凯,张强,王有民,等. 干旱指标研究进展及中美两国国家级干旱监测[J]. 气象,2005,31(7):6-9.
- [4] 樊高峰,苗长明,毛裕定. 干旱指标及其在浙江省干旱监测分析中的应用[J]. 气象,2006,32(2):70-74.
- [5] 鞠笑生,杨贤为,陈丽娟,等. 我国单站旱涝指标确定和区域旱涝级别划分的研究[J]. 应用气象学报,1997,8(1):26-33.
- [6] 杨义文. 长江中下游梅雨与中国夏季旱涝分布[J]. 气象,2002,28(11):11-16.
- [7] 吴贤云,丁一汇,王琪,等. 近 40 年长江中游地区旱涝特点分析[J]. 应用气象学报,2006,17(1):19-28.
- [8] 唐伍斌. 广西秋冬季旱涝的时空分布特征及同期环流分析[J]. 气象,2009,35(1):108-113.
- [9] 马晓群,刘惠敏,吴文玉. 安徽省农业干旱综合监测技术及其业务试用[J]. 气象,2008,34(5):75-81.
- [10] 马开玉,丁裕国,屠其璞,等. 气候统计原理与方法[M]. 北京:气象出版社,1993:30-33.
- [11] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法[M]. 北京:气象出版社,2000:26.