

帕尔默气象干旱研究方法 在松嫩平原西部的应用*

赵惠媛 沈必成 姜 辉

夏士淳

(黑龙江省水文总站)

(牡丹江水文勘测大队)

在我省的干旱分析工作中,主要采用的方法有:降雨距平法、干燥度法、标准差法和供需水比值法等。本文采用帕尔默气象干旱研究方法,对松嫩平原西部进行干旱分析,分析结果与实际情况基本相符。

1 帕尔默干旱指标

1.1 帕尔默方法的基本原理

帕尔默气象干旱指标是一个被广泛用于评估旱情的指标。六十年代中期,W. C. 帕尔默对美国中西部地区多年气象资料进行了分析研究,提出了“对当前情况气候上适应的降水”即CAFEC降水的概念,从而推导出一套分析计算干旱严重程度的完整方法。帕尔默认为,实际降水与CAFEC降水的差值,在某种程度上反映了天气中水分因素与正常情况时的偏差大小,当对这一偏差加以适当地限制时,就得到了可以进行时空对比的干旱严重程度指标。

帕尔默还认为,干旱不仅仅是水分短缺的气象现象,它还表现为一个持续的时期。干旱是持续的异常水分短缺现象,干旱严重程度是干旱持续时间长短和水分短缺大小的函数,干旱取决于前期的和现在的气候条件,即取决于降水、蒸发、径流和前期土壤含水量。

1.2 帕尔默模式的建立步骤

1.2.1 对长期气象资料系列进行月的水文统计 用下述方法逐月计算出实际的散失L,蒸发ET,补充L及径流Ro。

$$S = S_s + S_u; L = L_s + L_u; L_s = \min(S_s, PE - P) \quad P < PE; L_u = (PE - P - L_s) * S_u / AWC$$

$$L_u \leq S_u \quad P < PE; L_s = 0 \quad P > = PE; L_u = 0 \quad P > = PE; ET = PE \quad P > = PE; ET = P + L \quad P < PE; R = \min(AWC - S_o, P - PE) \quad P > = PE; R = 0 \quad P < PE; R_o = P - PE - R \quad P > = PE; R_o = 0 \quad P < PE.$$

式中P—月降水;PE—月蒸发能力(可能蒸发);S_s—月份开始时储存在表层的土壤有效水分;S_u—月份开始时储存在下层的土壤有效水分;AWC—两层土壤有效持水量总和;L_s—表层土壤水分散失量;L_u—月下层土壤水分散失量。

1.2.2 计算逐月的可能补充PR,可能散失PL,可能径流PRo $PR = AWC - S_o; PL = PL_s + PL_u$

其中;PL_s=min(PE, S_s);PL_u=(PE-PL_s)*S_u/AWC;PRo=3P-PR 6~9月份;PRo=AWC-PR 其它月份。

1.2.3 计算蒸散系数a,补充系数b,径流系数r和散失系数g 首先计算多年平均 $\overline{PL}, \overline{PR}, \overline{P}, \overline{R_o}, \overline{PE}, \overline{L}, \overline{R}, \overline{R_o}, \overline{ET}$,然后计算a,b,r,g。

* 收稿日期 1995-12-14

$$a=\overline{ET}/\overline{PE};b=\overline{R}/\overline{PR};r=\overline{Ro}/\overline{PRO};g=\overline{L}/\overline{PL}$$

1.2.4 计算逐月的“对当前情况气候上适应的降水”CP $CP=a \times PE+b \times PR+r \times PRO+g \times PL$

1.2.5 计算水分异常指标(Z) $Z=d \times k$
其中: $d=P-CP$ 它表示天气中水分状况与正常情况时的偏离,
 $K=(\overline{PE}+\overline{R})/(\overline{P}+\overline{L})$

气候特征 k 是个限制因子,其目的是对距平 d 加以限值,以得出可进行时空对比的水分异常指标。

Z 不但可以表示干旱,而且可以表示湿润,在湿润期中,Z 值为正,表示气候为显著的正异常。但 Z 还不是干旱指标,它没有考虑前期水分状况(时间因子)对本阶段的影响。

1.2.6 建立旱度模式 帕尔默认为干旱强度是水分亏缺量与持续时间的函数,因此,旱度模式必须包含时间因子。

帕尔默计算旱度的基本公式为: $X(i)=Z(i)/76.2+0.897X(i-1)$

上式中各项的物理意义如下: $Z(i)/76.2$ 为本月水分状况对旱度贡献; $0.897X(i-1)$ 为所有前期时段水分状况对本月旱度的影响。

1.2.7 重新估价限制因子 为了使旱度模式具有时空可比性,使其能够适用于各种气候的不同地区,可对限制因子 k 进行重新估价,建立时空可比的旱度模式。

2 帕尔默模式应用于松嫩平原西部时的修正

我们选取了该区 11 个站的降水、蒸发和土壤含水量资料,根据帕尔默方法的基本原理,建立了修正的帕尔默旱度模式。该模式建立过程中有关问题的处理如下:

2.1 可能蒸散发 PE 的处理

原帕尔默模式中用索恩斯维特方法计算可能蒸散发值,此方法假定在月平均温度小于等于 0℃ 时,该月可能蒸散发取零。这与松嫩平原西部情况不符,该区 10~4 月期间平均温度均

表 最干间期

| 持续月数 | Z(mm) | 持续月数 | Z(mm) | 持续月数 | Z(mm) | 持续月数 | Z(mm) |
|------|--------|------|---------|------|---------|------|---------|
| 1 | -217.9 | 13 | -978.0 | 25 | -1481.0 | 37 | -2115.8 |
| 2 | -373.5 | 14 | -1032.8 | 26 | -1635.4 | 38 | -2172.2 |
| 3 | -461.5 | 15 | -1079.4 | 27 | -1693.6 | 39 | -2217.3 |
| 4 | -502.2 | 16 | -1099.3 | 28 | 1746.3 | 40 | -2237.2 |
| 5 | -560.8 | 17 | -1106.7 | 29 | -1787.8 | 41 | -2266.2 |
| 6 | -619.0 | 18 | -1147.1 | 30 | -1825.8 | 42 | -2300.4 |
| 7 | -660.6 | 19 | -1193.5 | 31 | -1872.4 | 43 | -2345.7 |
| 8 | -700.9 | 20 | -125.0 | 32 | -1914.0 | 44 | -2392.4 |
| 9 | -718.9 | 21 | -1284.1 | 33 | -1933.9 | 45 | -2422.0 |
| 10 | -731.5 | 22 | -1379.2 | 34 | -1951.9 | 46 | -2517.1 |
| 11 | -900.6 | 23 | -1378.0 | 35 | -2038.5 | 47 | -2486.7 |
| 12 | -953.3 | 24 | -1366.3 | 36 | -2091.1 | 48 | -2534.8 |

为摄氏零度以下,而蒸散发是实际存在的,经过分析对可能蒸散发值采用 E601 型蒸发器的观测资料。

2.2 旱度模式的建立

为了建立该区的旱度模式,我们选取了该区历史资料中不同持续时期的最早时段累积 Z 值,如表所示。

根据上表,以 $Z(i)$ 为纵坐标,以累积时段 T 为横坐标,将这些资料点绘在图上,目估得到一条回归直线,它可以表示极端干旱,坐标上的任一点 $X(i)$ 均为水分亏缺累积值 $Z(i)$ 与持续时间 T 的函数。如图所示,从正常到极端分成四等份,则这些直线上的 $X(i)$ 分别代表了轻微、中等、严重干旱的上限指标,令它们分别为 -1.0 , -2.0 与 -3.0 ,极端干旱为 -4.0 。

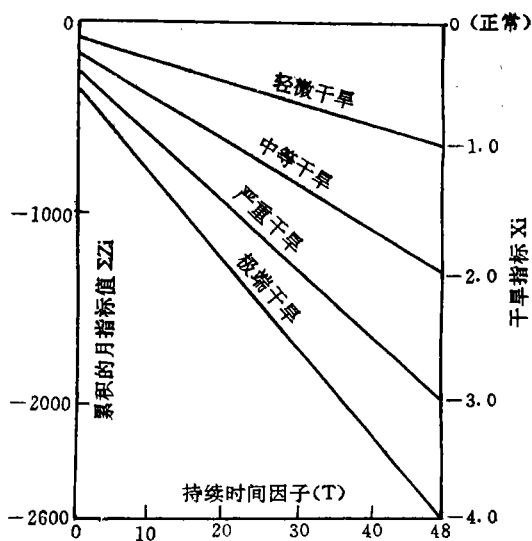


图 $\Sigma Z(i) \sim T \sim X$ 关系

根据所绘直线配最干旱直线的方程得:

$$\Sigma Z(i) = -46.98T - 345.0$$

则单位情况下干旱程度:

$$\Sigma Z(i) / -4 = 11.745T + 86.25$$

$$-4 = \Sigma Z(i) / (11.745T + 86.25)$$

即某月干旱指数为 $X(i) = \Sigma Z(i) /$

$$(11.745T + 86.25) \quad (1)$$

上式考虑了前 i 个月对本月的平均影响,为了考虑当月指标对干旱指标的影响,令方程(1)中的 $T=1, i=1$ 得:

$$X(1) = Z(1) / 97.995 \quad (2)$$

干旱程度不变时, $\Delta X_i = 0$, 即:

$$X(i) = X(i-1)$$

如果第一个月是正常的

$$X(1) - X(0) = X(1) = Z(1) / 97.995 \quad (3)$$

$$\text{对时段 } i, \text{ 可以设想 } X(i) - X(i-1) = Z(i) / 97.995 + CX(i-1) \quad (4)$$

假设 $T=2$ 时, $X(i-1) = -3, X(i) = -3$, 代入(1)式得:

$$\Sigma Z(i) = -329.22$$

同理 $\Sigma Z(i-1) = -293.985$

$$\Sigma Z(i) - \Sigma Z(i-1) = -35.235 \quad (5)$$

将(5)代入(4)得 $C = -0.12$, 代入(4)式得本区修正的帕尔默旱度模式为:

$$X(i) = Z(i) / 97.995 + 0.88X(i-1) \quad (6)$$

3 方法分析

为了验证帕尔默方法在所选地区的适用性,我们把应用修正的帕尔默旱度模式分析计算的旱情与降水距平法、干燥度法分析的结果及松嫩平原实际发生的旱情进行了对比分析:

3.1 从时间上

从计算结果可以看出,三种方法计算出的干旱出现时间,总的来说基本吻合,且与实际情况基本相符。但由于降水距平法、干燥度法均未考虑前期土壤含水量的影响,只考虑了当月降雨量和正常雨量以及蒸散发能力的差异,而帕尔默方法既考虑了当前气候的影响,又考虑了前期气候的影响,因此,帕尔默方法所计算出的干旱出现时间与实际情况比较接近。

3.2 从空间上

所分析的 11 个站同属于松嫩平原西部的不同行政县、市,分别位于不同的河流,从计算结果可以看出,当出现大面积旱情时,三种方法计算结果都程度不同地反映了旱情。由于局部气

候和地形的影响,旱情又有差异。此时,帕尔默方法在空间上对旱情的反映也较其它两种方法更接近实际。

3.3 从程度上

从计算结果可以看出,在对干旱程度的反映上,降雨距平法、干燥度法由于没考虑前期影响,其计算结果与实际情况差异较大。帕尔默方法所反映的干旱程度相对要真实些。

3.4 从灵敏度上

帕尔默方法由于考虑前期气候影响,它反映的是一个干旱的过程,对于持续时间长的交替性干旱,有时灵敏度要低些。

3.5 有待进一步解决的问题

黑龙江省冬季稳定封冻期降水量很小,实际产流量为零,表层土壤含水量基本保持不变。在非封冻期,在前期特别干旱时,产流方式有可能是超渗的。此外,有些地方地下水埋深很浅,因此,可能径流 PRo 的取值、实际产流量 Ro 的计算及冬季土壤含水量问题需进一步研究符合黑龙江省实际情况的解决办法。另外,为使帕尔默旱度模式具有更好的适用性,需对 K 值进行进一步修正。

4 结语

帕尔默气象干旱研究方法提出了一个适用于不同气候的半干旱、半湿润地区的干旱指标,具有严密的系统性。与降水距平法、干燥度法等其它干旱研究方法相比,它具有很大的优越性,经修正后应用于黑龙江省松嫩平原西部地区是可行的。如果进一步研究解决好冬季可能径流量的取值、实际产流量的计算及土壤含水量问题,并对 K 值进行进一步修正,将会取得更好的应用效果。

上海市清华科技函授学院 中医函授面向全国常年招生

为弘扬祖国医学,培养新型专业技术人才,本院以下专业继续面向全国招生:

1. 中医专业和中西医结合专业:选用全国高等院校函授教材,各科均由专家教授执教、辅导。参加高等教育中医专业自学考试及格,国家承认其大专学历。
2. 性医学与不孕症专业:学习国内外性医学精华,并以我国第一部彩色性病图谱指导临床和教学,它以数百幅国内外罕见的性病图像向您展示中国半个世纪以来的精藏珍品。
3. 针灸推拿骨伤专业:以其独特的疗效,成为世界热门。教材博采众家手法技巧精华,医理精深,价值极高,且图像明了,易懂易学易用。后两专业学制一年,发钢印结业证。

详见简章,汇报名费 5 元即寄。来函请寄 200085 上海 085—314 信箱上海市清华科技函授学院。

韩宇虹收 电话:(021)58554512