

# 北京地区春旱和春季第一场透雨指标的确定<sup>①</sup>

姚佩珍 张 强

(国家气候中心, 北京 100081)

## 提 要

利用北京地区 1951~1995 年降水 and 气温资料, 探讨适用于对春旱进行实时业务监测的春旱指标和春季第一场透雨的指标, 并分析和讨论了指标的特点。

**关键词:** 春旱 春季第一场透雨 指标

## 引 言

黄淮海地区是我国春旱较为严重的地区之一, 素有“春雨贵如油”和“十年九春旱”之说。春季, 正是万物复苏的季节, 也是冬小麦返青和作物幼苗的生长季节。春季持续干旱, 对这些作物的生长十分不利。因此有必要建立监测春旱的实时业务, 对春旱情况进行跟踪监测, 及时获得春旱持续发展、缓解和解除信息, 为政府各决策部门和国民经济的各有关部门服务。要建立春旱的实时监测业务, 就需要有一套适用于该实时业务的春旱指标, 进而确定使春旱解除的第一场透雨指标。

本文利用北京 1951~1995 年逐日降水和气温资料及 8~12 月降水量, 探讨实时业务中春旱监测指标, 进而确定春季第一场透雨的标准。

## 1 指标的确定

以往的研究中, 有许多有关旱涝的指标, 但是它们一般都被用于旱涝状况的评估, 不能用于实时监测业务。而在实时监测业务中, 希望获得一个资料易得、计算方便、每天都可能得到的干旱指标。在对众多指标的筛选中,

笔者认为文献 [1] 中的春旱指标既考虑了底墒的情况, 又考虑了降水、气温对干旱的影响, 此指标计算简单、资料易得, 计算结果基本符合实际<sup>[1]</sup>。因此本文以该指数为基础, 作适当修改, 使之适用于实时监测业务。具体方法如下:

根据文献 [1], 春旱指数  $I$  表示为:

$$I = a_1 \frac{P_1}{\bar{P}_1} + a_2 \frac{P_2}{\bar{P}_2} + a_3 \frac{T}{\bar{T}} \quad (1)$$

式中:  $I$  为春季干旱指数;

$P_1$  为春季 3~5 月降水量,  $\bar{P}_1$  为其多年平均值;

$P_2$  为上一年 8~12 月降水量,  $\bar{P}_2$  为其多年平均值;

$T$  为 3~5 月平均气温,  $\bar{T}$  为其多年平均值;

$a_1, a_2, a_3$  为权重系数, 分别取 0.8、0.1、0.1。以春旱指数  $I$  的距平值作指标, 给出了北京春旱年和严重春旱年。

但式 (1) 不能用于实时监测业务。为此, 对式 (1) 中的 1、3 项进行修改。

由于干旱有一个逐渐形成的过程, 在气候实时监测中每天都以最近 30 天降水量滚

<sup>①</sup> 本文受“九五”项目 96-908-04-07 专题资助

动监测干旱发生情况。如果在式 (1) 中把 3~5 月中每天得到的最近 30 天降水量作为  $P_1$ , 同期的多年平均值作为  $\bar{P}_1$ ; 同样, 同期的平均气温和气温的多年平均值分别为  $T$  和  $\bar{T}$ 。

即:

$$P_1 = \sum_{i=1}^{30} R_i; \bar{P}_1 = \frac{\sum_{i=1}^{30} R_i}{30};$$

$$T = \frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} T_i; \bar{T} = \frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} T_i \quad (2)$$

式中  $R_i$  和  $T_i$  分别为最近 30 天中每天的降水量和气温值。将式 (2) 代入式 (1), 则:

$$I = a_1 \frac{\sum_{i=1}^{30} R_i}{\sum_{i=1}^{30} R_i} + a_2 \frac{P_2}{\bar{P}_2} + a_3 \frac{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} T_i}{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} T_i} \quad (3)$$

为避免式 (3) 中第 3 项的分母正、负号相抵变得很小或为零 (初春可能有此情况发生), 式 (3) 中每天的气温值以绝对温度表示。

这样, 每天可获得一个春旱指数值  $I$ 。并且,  $I$  值始终大于零, 其多年平均值等于 1。这样由每天求得的  $I$  值就很容易找到其距平值  $\Delta I$ 。为方便起见, 本文以春旱指数的距平值  $\Delta I$  的大小作为春季每天干旱的指标, 具体指标见表 1。

表 1 干旱指标

$I$ 距平值 ( $\Delta I$ )	指标
$\Delta I > 0$	无旱
$0 \geq \Delta I \geq -0.3$	轻旱
$-0.4 \geq \Delta I \geq -0.6$	中旱
$-0.6 > \Delta I$	重旱

文献 [2] 规定, 两旬的雨量达 350~500mm 定为涝。北京 1951~1995 的 45 年中, 以 1964 年春雨最丰沛, 滚动 30 天雨量最长达 150mm, 按上述规定未达涝的程度。

可见北京春季无涝害。因此, 本文主要确定春季干旱指标。即使  $\Delta I$  值很大, 也按无旱处理。

由于近期降水的多少是影响春旱的主要原因, 将 3~5 月各月每天的  $\Delta I$  值和由该天向前推的最近 30 天的降水总量作点聚图 (图略), 发现  $\Delta I$  落在 0.0~-0.3、-0.4~-0.6、-0.7~-0.9 范围内的 3~5 月的滚动 30 天雨量值分别为 3.5~25.0、1.5~16.0、0.0~5.0mm。可见不同级别的干旱指标的干旱程度了。

确定春旱指标后, 就较容易找到春季第一场透雨指标了。春季第一场透雨这样定义: 入春后, 第一段干旱期后的第一场春雨使  $\Delta I$  达到 0.4 以上, 就认为该场春雨可解除前段时期的春旱, 为入春后的第一场透雨。当第一段干旱期最后一天的  $\Delta I$  分别为 0.0、-0.4 和 -0.7 时, 而达到透雨时的  $\Delta I = 0.4$ , 由此计算得到的透雨量称为轻旱、中旱和重旱后的透雨量的标准值。第一场透雨的雨量值必须大于等于标准值。

设透雨前的春旱指数及距平值为  $I_0$ ,  $\Delta I_0$ ; 达到透雨时的春旱指数及距平值为  $I_1$ ,  $\Delta I_1$ 。则:

$$I_0 = a_1 \frac{\sum_{i=1}^{30} R_i}{\sum_{i=1}^{30} R_i} + a_2 \frac{P_2}{\bar{P}_2} + a_3 \frac{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} T_i}{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} T_i} \quad (4)$$

$$I_1 = a_1 \frac{\sum_{i=1}^{30} R'_i}{\sum_{i=1}^{30} R'_i} + a_2 \frac{P_2}{\bar{P}_2} + a_3 \frac{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} T'_i}{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} T'_i}$$

$$= \Delta I_1 + \bar{I} \quad (5)$$

其中:  $\sum_{i=1}^{30} R'_i = \sum_{i=1}^{30} R_i + R_{31} - R_1$ ,  $R_{31}$  为达到透雨时那天的降水量,  $R_1$  为透雨前计算春旱指数时使用最近 30 天雨量中的第一天雨量。由于相邻两天的最近 30 天降水量的多年平

均值和平均气温非常接近,可近似看成相等。

$$\text{即: } \overline{\sum_{i=1}^{30} R'_i} \approx \overline{\sum_{i=1}^{30} R_i}; \frac{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} T'_i}{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} T_i} \approx \frac{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} T_i}{\frac{1}{30} \sum_{i=1}^{30} T_i};$$

根据透雨定义,  $\Delta I_1 \geq 0.4$ 。

这样,由式(4)、(5)就可得到:

$$R_{31} \geq (0.4 - \Delta I_0) \times \sum_{i=1}^{30} R_i / a_1 + R_1 \quad (6)$$

表2 不同干旱类型下透雨的平均标准值 (mm)

	3月			4月			5月		
	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬	上旬	中旬	下旬
轻旱	3.7	4.2	4.3	5.4	6.9	9.3	10.6	11.8	13.8
中旱	7.3	8.4	8.6	10.7	13.7	18.5	21.1	23.5	27.5
重旱	10.1	11.6	11.8	14.7	18.9	25.5	29.0	32.4	37.8

在第一段干早期后,当第一场春雨使  $\Delta I$  为  $0.1 \sim 0.3$  时,则认为该场春雨可缓解前段时期干旱。如果干旱缓解后继续有降水,并达到透雨程度,那么使春旱缓解的那场春雨归在第一场透雨内;如果干旱缓解后,又无降水,重新出现干旱,那么该场春雨不包含在透雨量内。

## 2 分析与讨论

对式(1)和式(3)计算的春旱系数所确定的干旱指标作比较,可看到以下几个特点:

① 式(3)和式(1)一样,计算资料易得,计算方便,但本指标每天可获得一个指标值,便于实时监测业务使用。

② 两式中的  $I$  都考虑了底墒和蒸发的作用,比只用春季本身的降水定义干旱更为合理。但式(1)除了用前一年8~12月降水作底墒外,只用季雨量来考虑春旱情况,本指标用滚动30天雨量和滚动30天平均气温作  $P_1$  和  $T_1$ ,这样就把冬季2月降水和气温对初春干旱的影响表示出来。更为合理。

③ 用式(3)得到的春旱指标可反映春旱的演变过程,更能反映实际情况。同样大小的降水,由于在季内集中程度的差异,对春旱会

由式(6)就可获得达到第一场透雨时那天的降水量,春季第一场透雨雨量是使  $\Delta I \geq 0.4$  的那场降水过程的总雨量。

如果  $R_1 = 0, \Delta I_0$  分别等于  $0.0, -0.4, -0.7$ ,就可计算得到各干旱类型的第一场透雨下限值,即透雨标准值。表2列出了北京春季各旬不同干旱类型的第一场透雨平均标准值。

产生不同的影响。这种结果只有通过春旱的演变过程才能获得。以文献[1]中提到的1959、1974、1981三个干旱年为例(图1)。

1959和1974两年春季雨量分别为34.3和33.4mm,季雨量接近,都被定为一般干旱年。1981年春季降水27.8mm,被定为严重干旱年。由于季内雨量分配的差异,图1中滚动30天的雨量在季内分配也不同,这3年季内干旱情况就不一样。

1959年降水主要集中在4月15日以前,2月降水又很充沛,达31.2mm,该年前春并不干旱,3月每天的  $\Delta I$  都在1.0以上,最大值超过了3.5。4月15日以后,基本无降水,干旱逐渐显露,至5月15~31日,出现重旱期。1974年春雨量虽与1959年相当,但83%的降水集中在5月29~31日。除5月末的降水使干旱缓解外,由于长期无雨,整个春季都处于干旱状态,3月2日~4月5日和5月5日~5月29日还处在重旱期内,该年的春旱比1959年要严重得多。而1981年却是另一种情况,这一年春季降水不如1959、1974年大,整个春季无透雨,干旱较严重,但季内降水较1974年均匀,各时段的干旱不如1974

年严重，重旱期只出现在3月21~23日。该年春旱的严重程度介于上述两年之间。由此可见本指标比由式(1)得到的指标更能真实反映春旱特征。

据1952~1995年各年春旱出现天数的统计(表略)，除1979、1980年外，北京各年春季总有不同程度的干旱发生。说明北京春季干旱发生几率较大。

如果将3~5月中旱以上的日数 $\geq 30$ 天者称为春旱年，中旱以上日数 $\geq 46$ 者称的严重春旱年。那么，属春旱年的有1953、1958、

1959、1960、1961、1965、1966、1968、1971、1972、1973、1974、1975、1976、1977、1978、1981、1982、1984、1986、1988、1989、1991、1992、1993、1994和1995年，春旱年频率为61%。其中属严重春旱年的有1960、1968、1972、1974、1975、1976、1977、1981、1982、1984、1988、1989、1992、1993、1994年，占春旱年一半以上。此结果与文献[3]基本一致，多于文献[1]中提到的干旱年。这主要是本文考虑了季内干旱分布的长短所致。

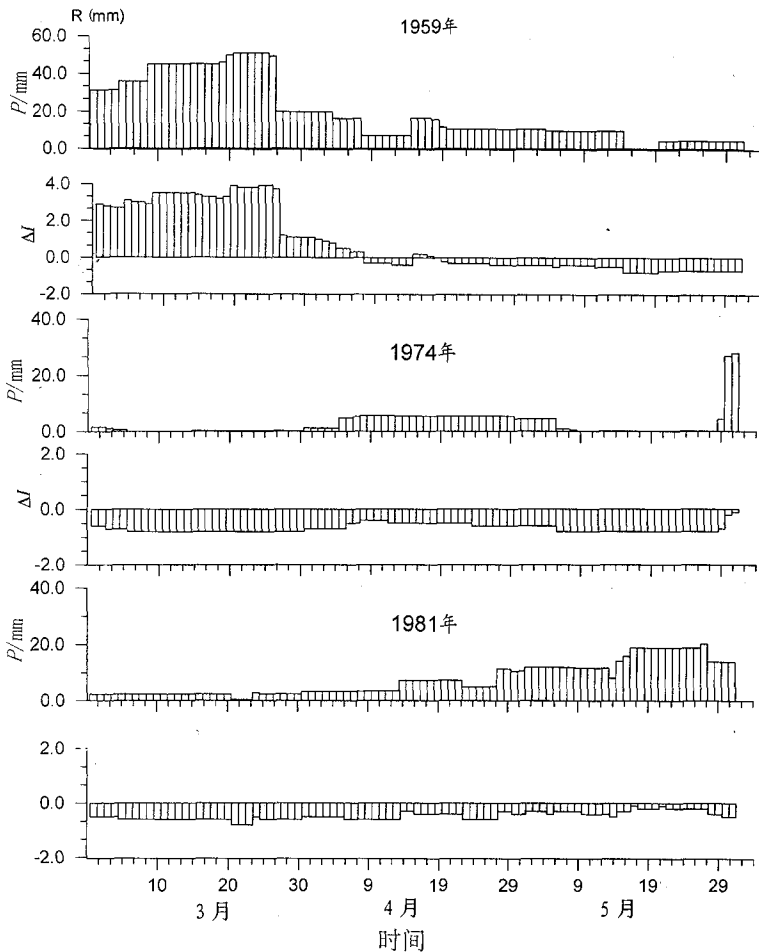


图1 1959、1974、1981年3月1日~5月31日 $\Delta I$ 和最近30天雨量分布图

北京春旱年的年代际变化可从表3看到。以50年代春旱最少,70年代和90年前

半期最多,60和80年代介于它们之间。而严重春旱年则以70、80年代90年代居多。

表3 各年代春旱(严重春旱)年频率

年代	50年代	60年代	70年代	80年代	90年代前期
春旱年	33%	50%	80%	60%	83%
严重春旱年		20%	50%	50%	50%

④ 本指标对春旱有一定的警示作用

由于春旱是逐渐形成的。 $\Delta I$ 的变化相对比较连续,这由图1也可看到。这是因为它受滚动30天雨量的影响。每次降水后面如没有新的降水,那么 $\Delta I$ 由大逐渐变小,当接近干旱指标时,就要考虑干旱可能发生。同理,在长期干旱情况下,如果降水使 $\Delta I$ 由小逐渐变大,当 $\Delta I$ 接近干旱缓解或解除指标时,就要考虑如果还有降水就可能使干旱缓解或解除。因此由 $\Delta I$ 的变化可预警干旱的发生或解除。

旱年中有一半以上春季无透雨,春旱一直持续到春季结束。

⑥ 图2为各类干旱频数逐候分布图。在3月第4候以前,北京以中旱频数最大,3月第3候达14.2。从3月第5候至4月第5候,轻旱频数上升为第一位,频数在12上下摆动。4月第6候至5月第2候及5月第6候,中旱与轻旱频数接近,略多于轻旱频数。5月3、4候,轻旱频数下降至10以下,中旱频数上升,达13左右。重旱频数一般在10以下,3月2、3候和3月第6候、4月第1候的频数介于中轻旱之间。从4月第2候起,重旱频数都低于中、轻旱频数。4月6候以后,重旱频数下降明显,都在5以下。由此可见,北京初春和春末,出现中旱可能性最大,春季中期以轻旱出现可能大。3~4月有11%~22%的可能有重旱,5月出现重旱的可能性在11%以下。

综上所述,本指标可较真实地反映春旱演变过程,以春旱的时段长短来确定春旱严重程度比只用季雨量大小来确定干旱严重程度更为合理,适用于实时监测业务。

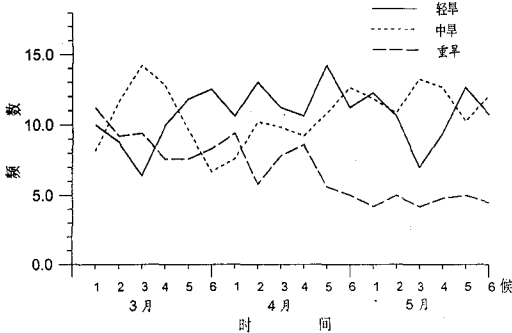


图2 各类干旱频数逐候分布图

⑤ 表2表明,前期越干旱,需要的透雨量越大;在同一种干旱类型下,透雨量随时间的推移而增大。

1952~1995各年第一场透雨量及出现日期表明,44年中除两年无春旱外,其余42年中有15年春季无透雨,其中13年属春旱年,8年属严重春旱年。说明春旱年或严重春

参考文献

- 魏凤英,曹鸿兴. 华北干旱异常的地域特征. 华北农业干旱研究进展, 北京: 气象出版社, 1997.
- 冯佩芝, 李翠金, 李小泉等. 中国主要气象灾害分析(1951~1980). 北京: 气象出版社, 1985.
- 北京市解放后(农业)旱涝灾害大事记(初稿). 北京市人民政府防汛抗旱指挥部办公室. 1984, 3.

# Determination for the Indices of Spring Drought and the First Soaking Rain in Spring in Beijing

Yao Peizhen Zhang Qiang

(National Climate Center, Beijing 100081)

## Abstract

Utilizing the precipitation and temperature data from 1951 to 1995 in Beijing, the spring drought indices applying for real-time operational monitoring for spring drought and the indices for the first soaking rain in spring are studied, their characteristics are analyzed and discussed.

**Key Words:** spring drought first soaking rain in spring index