

中国现代干旱灾害的时空特征*

李克让 尹思明 沙万英

(中国科学院 地理研究所 北京 100101)
国家计划委员会

摘 要 本文提出了一个考虑前期降水短缺影响的干旱指数。利用1951—1991年逐月全国160个站的降水资料划分干旱等级,分析了我国干旱,包括多旱、重旱和持续干旱的区域分布,指出我国主要有四大干旱中心;分析了干旱随时间的变化,发现全国及多数区域的现代干旱存在着线性增长的趋势。最后利用全国干旱受灾和成灾面积讨论了干旱的影响,指出全国近代干旱受灾和成灾面积存在着三个高值期,且总体线性增长趋势也很明显。

关键词 干旱 受旱面积 受旱成灾面积 中国

分 类 (中图法) P. 467 (科图法) 56. 45

与其他自然灾害相比,干旱出现的次数多、持续时间长、影响范围大、导致农业生产的直接损失重,再加上它对资源、土地资源、森林、植被等的潜在影响,因而是世界尤其是我国最大的自然灾害之一^[1-3]。

1 干旱的分级标准

干旱是指由水分的收支或供求不平衡形成的水分短缺现象。主要是由气候变化等因子形成的随机性异常水分短缺现象,或称短期干旱,可以发生在任何区域的任何季节。干旱是一种十分复杂的综合现象,它的发生比较缓慢,其强度是逐渐积累的,不易觉察。开展对干旱监测、评估、规律、预警和预测的研究,以及对干旱实施防、抗、综合治理和救灾等,必须提出一个客观并能普遍适用的干旱指标^[4]。

原则上说,一种好的指标应该是物理意义明确,其所涉及的资料容易获得,参数计算简便,指标应能反映干旱的成因、程度、起迄及持续时间等。具体来讲,有如下几个条件:①指标中应包含水分收支项目中的主项。②必须包含水分亏缺的持续时间因子。③必须考虑前期水分状况对后期的影响。④具有时空可比较性。鉴于干旱对农业的影响最为突出,干旱强度的划分主要考虑作物的需水多少,干旱时段重点考虑主要作物的生长期。

鉴于各种类型的干旱归根结底无不起源于降水这一主要水分来源的短缺,根据上述原则,首先以降水量距平百分率的多少作为划分强度的等级标准(不以降水量作为标准是因为缺乏区域可比较性)。国家气象局的冯佩芝等^[5]提出了一个按降水距平百分率划分1—3个月的两级干旱标准。但实际上有时降水负距平可持续3个月以上,甚至更长时期。这时

* 国家自然科学基金重点项目(4913003)及国家重点科技项目(85-724-01-04)资助

收稿日期:1995-10-09,收到修改稿日期:1996-02-08

又应如何划分干旱呢？鉴于干旱的强度是逐渐累积的，在制定标准时不仅考虑短时（1 个月）的强度，更要考虑持续几个月甚至半年以上的干旱。同样的降水短缺，时间越长，影响越大，即灾情越重。因此规定，按文献 [5] 的条件如前期达到了干旱的标准，则后期的干旱升一级，比如前期为一般旱或重旱，则后期的正常、一般旱和重旱分别定为一般旱、重旱和极端旱。相反，前期达到了涝的标准，则后期的干旱降一级。由此，本文最后的干旱共分为一般旱、重旱和极端旱（见表 1）。

表 1 干旱的分级标准（降水距平百分率）
Fig. 1 Grade criterion of drought (percent of precipitation anomaly)

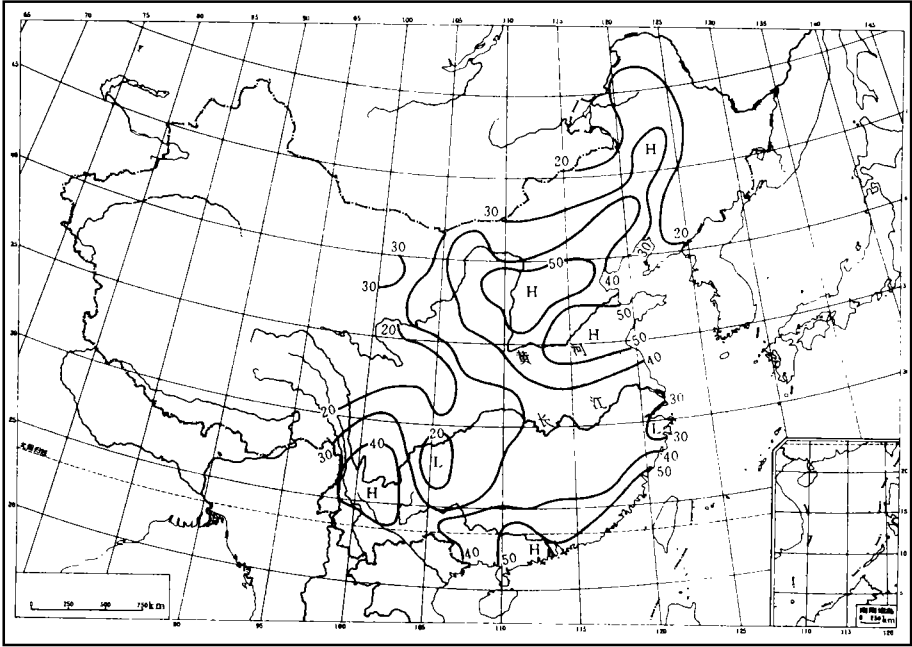
时间长度	一般旱	重旱	极端旱
1 个月	−80 以上		
连续 2 个月	−50—−80	−80 以上	
连续 3 个月	−26—−50	−51—−80	−80 以上
连续 4 个月	−1—−25	−26—−50	−50 以上
连续 5 个月		−1—−25	−25 以上
连续 6 个月或以上			−1—−25

为了考虑干旱对农作物造成的灾情，在具体划分干旱时段时，重点考虑不同地区主要作物的生长季^[5]，如东北地区主要取 4—9 月，黄淮海地区主要取 3—10 月，长江流域取 3—11 月，华南和西南地区主要取 1—12 月。为了充分考虑各地主要农作物的需水量，对部分地区的降水量距平百分率的标准在表 1 基础上适当调整，即对黄淮海地区 3—6 月、长江中下游地区 7—9 月的绝对值降低 10%，长江中下游和华南地区 4—6 月、东北地区 6—8 月、华西秋雨区 8—10 月提高 20%。对于 100°E 以西的青藏高原和西北干旱区的主要农业地区，少雨干旱的标准与东部地区有所不同，故在划分时未包括在内。

2 干旱的区域分布

多旱区：图 1 为 1951—1991 年干旱总次数分布图。可以看出，中国干旱出现频次最多的区域共有 4 个，三个为多旱区（黄淮海多旱区、闽粤桂东部沿海多旱区、西南多旱区），一个为次多旱区。黄淮海多旱区包括河北、山西、山东省全部，安徽、河南、江苏、陕西、宁夏和内蒙古的部分地区，上述地区平均每年出现一次干旱，最大值中心位于河北、山西、山东、河南及陕西境内，近 41 年内出现干旱 50 次以上，平均每年 1.2 次。位于我国南方沿海包括福建、广东及广西东部沿海多旱区，平均每年出现一次干旱，其中，广东及福建沿海为最大值中心，近 41 年发生干旱 50 次以上。西南多旱区主要位于西南地区的西南部、云南及四川南部，近 41 年出现干旱在 40 次以上。东北地区的西部，包括内蒙古东部及辽宁、吉林、黑龙江部分地区呈东北—西南向的狭长地带为次多旱区，这一带出现干旱的总次数在 30 次以上。

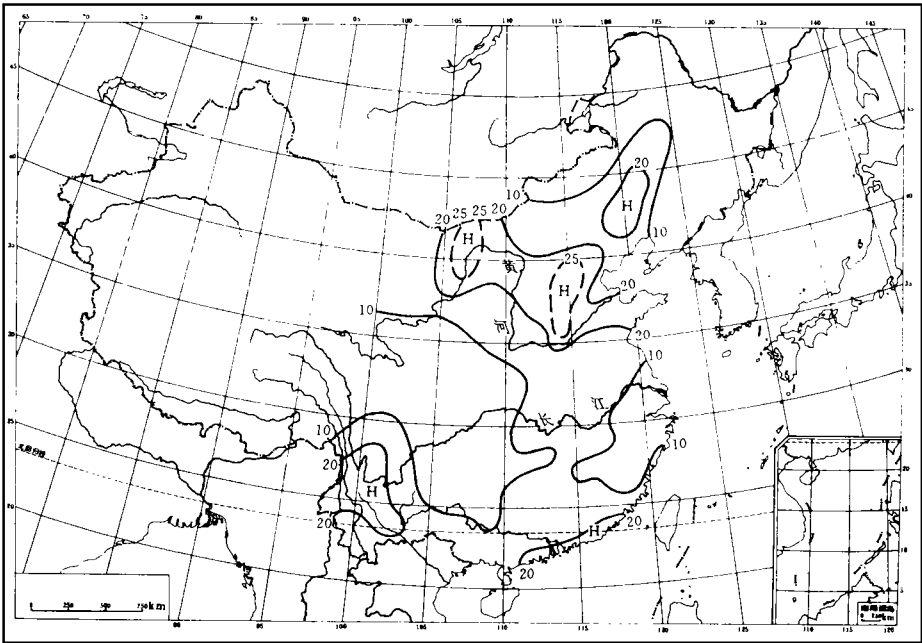
重旱区：图 2 为 1951—1991 年重旱和极端干旱的总次数分布图。图示我国东部地区共有四个重旱区。最大的重旱区位于黄河中下游及海河流域，包括河北、山东、陕西、宁夏、



H 为高中心, L 为低中心

图 1 1951—1991 年干旱总次数分布图

Fig. 1 The frequency of total drought occurrences during 1951—1991



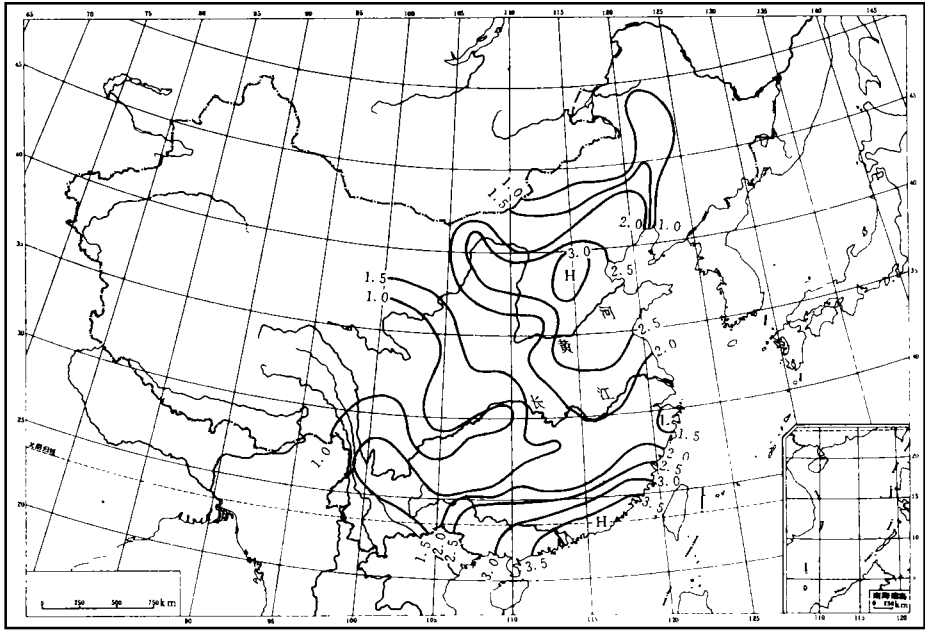
H 为重旱中心

图 2 1951—1991 年重旱和极端干旱的总次数分布图

Fig. 2 The frequency of total severe and extreme drought occurrences during 1951—1991

内蒙古、山东等部分地区，近 40 年重旱和极端旱共出现 20 次以上，平均两年一遇，最大中心分别发生在河北及内蒙古西部，重旱在 25 次以上。其他出现 20 次以上的重旱中心分别位于西南地区西南部的云南和四川南部，东北的西部，福建和广东沿海。

持续干旱区：图 3 为 1951—1991 年平均干旱月数分布图，表示干旱时间的持续分布。如图所示，平均持续时间较长的区域主要有两个。一个是长江以北的黄淮海流域地区，包括河北、山东和山西全省，及宁夏、内蒙古、陕西、宁夏、河南、江苏部分地区，平均干旱时间在 2 个月以上，持续 3 个月以上的中心位于河北省境内。另一个干旱持续时间较长的区域位于我国南方沿海，包括广东、福建和广西东部沿海，平均在 2 个月以上，最长持续时间在 3.5 个月以上，位于广东和福建沿岸。此外，我国东北西部及西南地区的西南部也是干旱持续时间相对较长的区域。



H 为持续干旱中心

图 3 1951—1991 年平均干旱月数分布图

Fig. 3 The number of everage drought months during 1951—1991

图 4 为近 40 年来干旱持续最长月数分布图。可见最长持续时间 7 个月以上的干旱主要发生在我国长江以北的北方地区，包括西北、黄淮海流域、内蒙古及东北的中南部，长江以南则为零星地区，它们是云南及四川南部、广西东部、雷州半岛和海南岛、广东的东北部、浙江沿海、湖南和江西中部。持续 9 个月以上的地区则集中出现在我国北方及西南地区，分别为：西北、华北平原、内蒙古东部和东北西部、淮河中下游、云南北部等地。

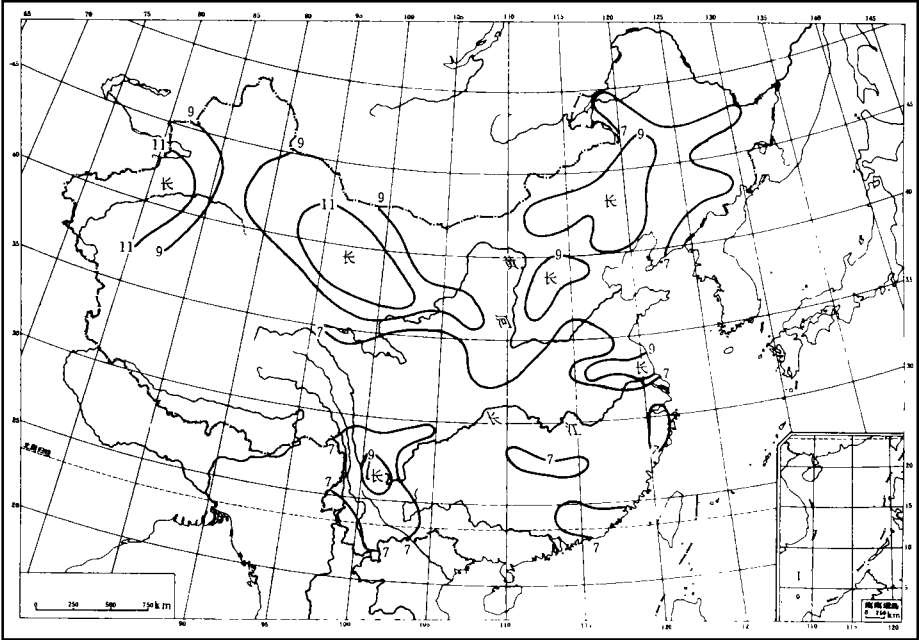


图 4 1951—1991 年干旱持续最长月数分布图

Fig. 4 The number of longest continued months during 1951—1991

3 干旱随时间的演变

为了分析区域和全国干旱及其随时间的演变，首先采用模糊聚类的方法，利用中国 1470—1992 年的旱涝等级资料，并参考降水分区^[6]，将我国分成 6 个区域（见图 5）：即东北、华北、西北、长江中下游、华南和西南区。然后按下式计算各区及全国的干旱指数^[7]：

$$I_D = \frac{2D}{N}$$

式中， I_D 为干旱指数， D 为各类干旱等级的站数， N 为总站数。 I_D 的数值表示干旱范围的大小，一般来说干旱的范围大则程度也重。

图 6 为不同区域及全国干旱的时间序列演变图。可以看出，近 40 年来全国最早的年份为 1972 年，其次是 1965、1986、1981、1991 年等。1972 年是近代我国发生的特大干旱年，其特点为干旱范围广、持续时间长、程度重、影响大，灾情极为严重。这一年我国北方春夏连旱，部分地区还出现秋旱，我国南方早春及夏旱严重，长期干旱导致河流流量减少甚至断流，水库蓄水量大减甚至干涸，农作物大面积受害减产甚至绝产，一些城市的用水受到影响，供需水矛盾进一步加剧。如图所示，1951—1992 年，整个中国的干旱指数存在着线性增长，即存在干旱化的趋势，干旱指数的经验方程为：

$$I_D(t) = 7.64 \times 10^{-3}t - 14.25$$

式中， I_D 为干旱指数， t 为年份。

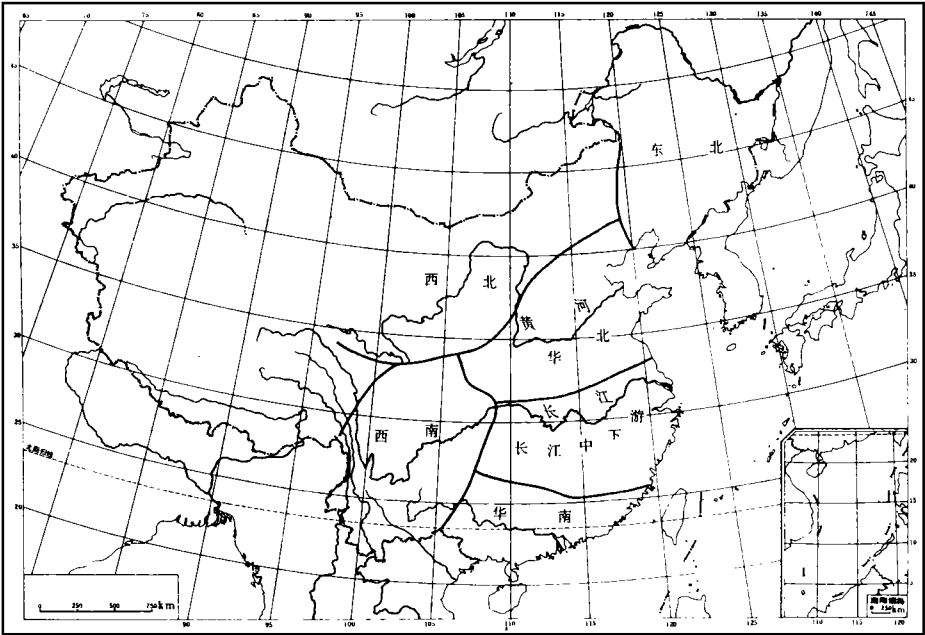


图 5 中国的干旱分区图
Fig. 5 Drought regionalization in China

不同区域的最早年份及干旱化的趋势略有不同，其中以华北、东北、华南和西南区的干旱化趋势最明显。以下为各个区域的主要干旱年份，以及近代干旱演变的线性趋势的经验方程。

华北区：大范围干旱的主要年份为 1972、1986、1983、1965、1960 和 1968 年。

$$I_D(t) = 8.62 \times 10^{-3}t - 16.21$$

东北区：大范围干旱主要发生在 1972、1982、1980、1983、1965 和 1968 年。

$$I_D(t) = 21.44 \times 10^{-3}t - 41.49$$

华中区：大范围干旱主要年份为 1966、1978、1981、1986 和 1991 年。

$$I_D(t) = 4.11 \times 10^{-3}t - 7.26$$

华南区：主要干旱年份为 1963、1991、1986 和 1989 年。

$$I_D(t) = 18.48 \times 10^{-3}t - 35.57$$

西南区：主要干旱年份为 1992、1989、1975、1982 和 1987 年。

$$I_D(t) = 0.67 \times 10^{-3}t - 12.39$$

西北区：主要干旱年为 1972、1965、1991 和 1957 年。

$$I_D(t) = 0.83 \times 10^{-3}t - 0.79$$

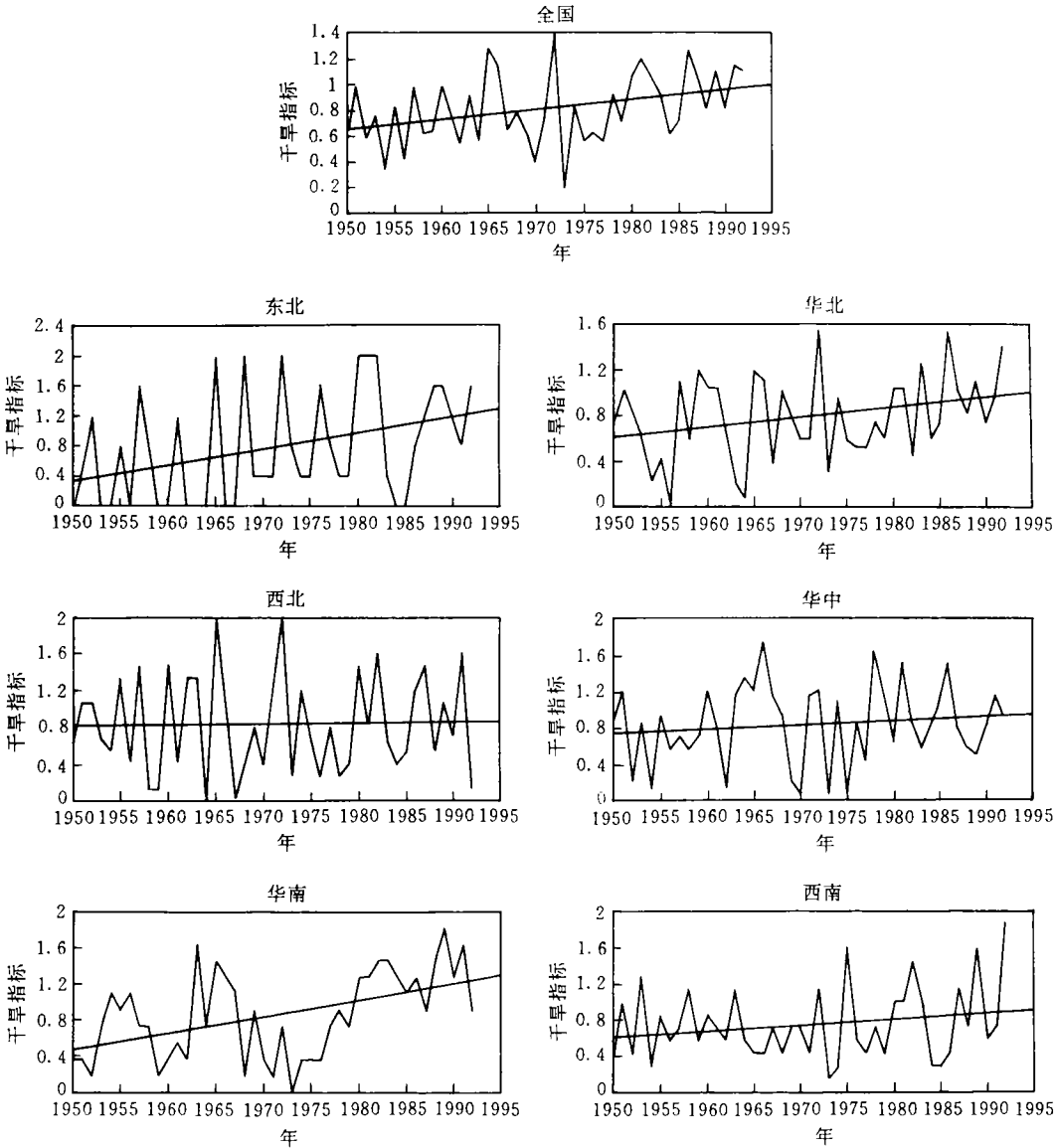


图 6 不同区域干旱指数的时间序列 (1951—1991 年) 演变图

Fig. 6 Time series of the drought index for the different regions of China from 1951—1991

4 干旱的影响

图 7 为 1950—1991 年中国受旱面积 (E_1) 和受旱成灾 (减产 3 成以上) 面积 (E_2) 的时间序列演变图,可见近 40 年来全国平均受旱及受旱成灾面积存在明显的三个高值期和三个低值期。分别作 5 年滑动平均则波动更加清晰,其中,受旱面积的三个高值期为 1958—1962、1971—1982、1985—1989 年,均在 2 000 万 ha 以上,几个受旱面积超过 3 000 万 ha

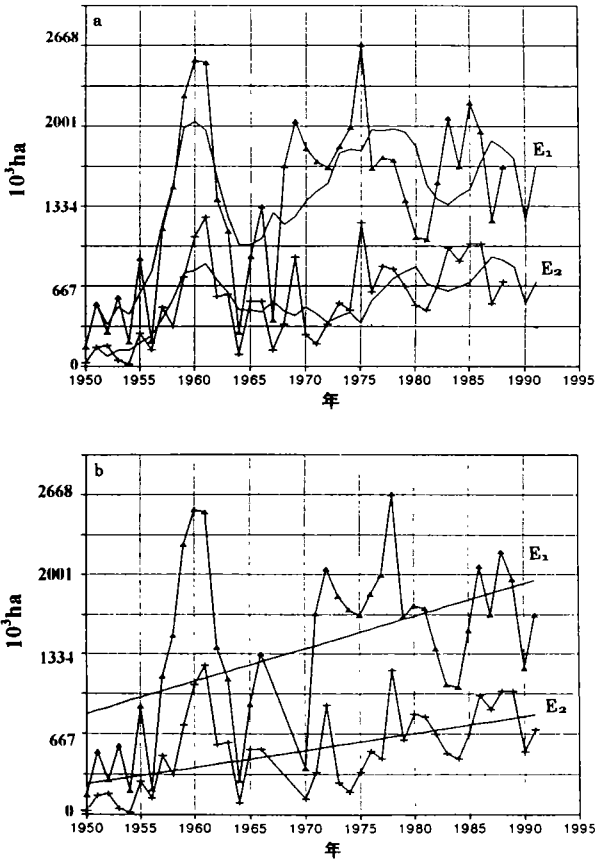
的严重干旱年，如 1959、1960、1961、1972、1978、1986 和 1988 年均出现在这三个高值期间；三个低值时期为 1950—1957、1963—1970 和 1983—1984 年。受旱成灾面积的三个高值期更加集中，分别出现在 1959—1962（共 4 年）、1978—1982（共 5 年）和 1985—1991（共 7 年）（1972 年例外），这些年的受旱成灾面积都接近或超过 1000 万 ha。高值期的持续期有逐渐加长的趋势，80 年代的受旱成灾面积最大。如果按年代平均（见表 2），从 50 年代至 90 年代，除有较小波动外，总的趋势是增长的，特别是受旱成灾面积，80 年代为 50 年代的 3.3 倍，90 年代也有增长的趋势。

由于近 40 年来我国存在着大范围的干旱化趋势，因此导致农作物受旱面积以及受旱成灾（减灾在 3 成以上）面积的增长趋势，它们的线性增长的趋势方程分别为：

$$E_1 = 40.8798t - 79465$$

$$E_2 = 20.8913t - 40357$$

式中， E_1 和 E_2 分别为全国受旱面积和受旱成灾面积， t 为年份。图 7 为它们的线性趋势图，可见干旱化的总趋势是很明显的，据初步估算作物受旱面积和受旱成灾面积大致以每 10 年 408.8 万 ha 和 209.0 万 ha 的速率增长。



a: 粗线为 5 年滑动平均 b: 直线为线性趋势
图 7 1950—1991 年中国受旱面积 (E_1) 和受旱成灾面积 (E_2) 的时间序列演变图

Fig. 7 Time series of the drought-affected areas (E_1) and drought-damaged areas (E_2) in China from 1950—1991 (a: heavy curve shows 5-year running mean, b: straight line indicating linear tendency)

表 2 中国受旱及受旱成灾面积的年代平均值 单位：10⁴ha

Tab. 2 Decade average of the drought-affected areas and drought-damaged areas in China

年 代	1950—1959	1960—1969	1970—1979	1980—1989	1990—1991
受 旱 面 积	1160.2	2164.7	2612.1	2456.2	2154.5
受旱成灾面积	360.4	1002.6	75.0	1176.1	918.5

5 结论

1. 干旱是逐渐积累的过程,在制定干旱指标时必须考虑前期水分的影响,本文提出了一个考虑前期降水短缺对后期影响的干旱指数。

2. 根据近 41 年全国 160 个站干旱的划分,中国的多旱及重旱区主要发生在黄淮海、东南沿海、西南和东北西部地区,以黄淮海地区的干旱范围最大,旱情最重。平均干旱持续时间,特别是最长持续期 9 个月以上的区域主要发生在我国北方的西北、华北、内蒙古东部和东北西部、淮河中下游以及云南北部。

3. 近 40 年,整个中国的干旱指数存在着线性增长趋势,其中以东北、华北、华南和西南的趋势最为明显。

4. 近 40 年来,全国作物受旱及受旱成灾面积存在着三个高值期和三个低值期,但总体线性增长趋势仍十分清晰。

参 考 文 献

- 1 李克让. 中国自然灾害灾情分析与减灾对策. 湖北科技出版社. 1990. 227—234.
- 2 Li Kerang et al. Drought Assessment, Management and Planning: Theory and Case Studies. Kluwer Academic Publishers. 1993. 263—290.
- 3 Li Kerang. Drought and Desertification. WMO/TD NO605. 1994. 1—56.
- 4 李克让. 中国自然灾害影响评价方法研究. 中国科技出版社. 1993. 58—86.
- 5 冯佩芝等. 中国主要气象灾害分析, 1951—1980. 气象出版社. 1985.
- 6 李克让, 林贤超. 中国气象与海平面变化研究进展(二). 海洋出版社. 1992: 44—46.
- 7 张先恭. 中国东半部近 500 年干旱指数的分析. 全国气候变化学术讨论会文集(1978). 科学出版社. 1981.

CHARACTERS OF TIME-SPACE OF RECENT DROUGHT IN CHINA

Li Kerang Yin Siming Sha Wanying

(*Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100101*)

Abstract

Drought is normally defined as water shortage caused by the imbalance between water supply and demand. The formation and intensity of drought are gradual cumulative processes. A new drought index considering the effect of rain shortage of early days is given in this paper. Three grades of drought: moderate, severe and extreme drought are divided. On the basis of the data of drought during 1951—1991, we analyse the area distribution of drought, including frequently-occurring drought, serious drought and continued drought. Based on the number of drought occurrences and an analysis of the average number of drought months, regional differences in drought occurrence are notable. The result shows that there are four large drought centers in China. It is shown from the time series of drought index that there is a linear tendency of drying in the whole country and in most areas. They are the Huang-Huai-Hai Plain region, the south China and Middle and Lower Yangtze River Region, the Southwest China Region and the Western Part of Northeast China Region. Using the time series the drought-affected area and the drought-damaged area in whole country, the impacts of droughts are discussed at last.

The periodicity of drought-affected and drought-damaged areas in China has been significant in the last 40 years. During this time, three wet Periods and three dry periods occurred. The periods of 1958—1962, 1971—1981, and 1986—1988 were observed as significant drought periods (i. e., more than 20 million ha were affected). During the Periods 1950—1957, 1963—1970, and 1981—1985, less than 20 million ha were affected. In total, seven severe drought years (1959, 1960, 1961, 1972, 1978, 1986 and 1988) were recorded during the significant drought periods. In each instance, the drought-affected areas encompassed more than 30 million ha.

The variability in the occurrence of drought-affected and damaged areas seems to increase during the last 40 years. Averaged by decades, the drought-affected areas in China from the 1950s to 1980s are 12.6, 21.7, 26.1 and 24.1 million ha, respectively. This trend is consistent with the general trend of summer aridization in China. It is concluded that there are periods with large drought-affected area and large drought-damaged area, and there is also a linear increasing tendency with the fluctuation.

Key words Drought, Drought-affected area, Drought-damaged area, China