

淮河流域近60年来干旱灾害特征分析

陈小凤^{1,2}, 王再明³, 胡军^{1,2}, 王振龙^{1,2}

(1. 安徽省水利水资源重点实验室, 安徽 蚌埠 233000; 2. 安徽省·水利部淮河水利委员会水利科学研究院, 安徽 蚌埠 233000; 3. 中水淮河规划设计研究有限公司, 安徽 蚌埠 233000)

摘要: 频繁发生的干旱灾害严重制约了淮河流域社会经济和农业的可持续快速发展。通过对淮河流域1949年—2010年期间干旱灾害的统计分析,探讨了流域各县区不同季节旱灾发生频次和易旱季节分布,以及不同程度旱灾的发生频次和易旱地区分布,绘制了流域易旱季节分布图和易旱地区分布图。研究表明:淮河流域易发春夏旱、夏旱、夏秋旱和春旱,发生频次依次降低;流域易发中度干旱和轻度干旱,严重干旱和特大干旱发生频次相对较少。研究成果可为淮河流域旱情监测、预测及预警提供基础资料,为防旱抗旱减灾和粮食生产安全提供参考。

关键词: 淮河流域; 干旱灾害; 时间分布; 空间分布; 特征分析

中图分类号: P426.616; S423 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-1683(2013)06-0020-04

Analysis of Drought Characteristics in the Huaihe River Basin in Recent 60 Years

CHEN Xiaofeng^{1,2}, WANG Zaiming³, HU Jun^{1,2}, WANG Zhenlong^{1,2}

(1. Key Laboratory of Water Conservancy and Water Resources of Anhui Province, Bengbu 233000, China; 2. Anhui and Huaihe River Resources Research Institute, Bengbu 233000, China; 3. China Water Huaihe Planning, Designing & Research Co., LTD, Bengbu 233000, China)

Abstract: Drought is one of the major natural disasters in the Huaihe River Basin, which restricts the sustainable development of the society, economy, and agriculture. Based on the statistical analysis of the historical drought from 1949 to 2010 in the Huaihe River Basin, the drought frequencies in different seasons and drought season distribution, and the drought frequencies with different magnitudes and drought area distribution were determined for each county in the river basin. The distributions of drought season and drought area were plotted. The results showed that drought was prone to occur in spring summer, summer, summer autumn, and spring, and the drought frequencies in these seasons decreased. Moreover, moderate and mild droughts were prone to occur in the river basin, while the frequency of severe drought was low. The research results can provide the basic data for drought monitoring, forecasting, and early warning, and it can provide technical support for the drought mitigation and food safety in the Huaihe River Basin.

Key words: Huaihe River Basin; drought disaster; temporal distribution; spatial distribution; characteristics analysis

我国干旱灾害影响范围广、持续时间长、发生频次高^[1],是对农业影响最为严重的自然灾害之一。1950年—2000年全国多年平均旱灾受灾面积约为2114万hm²,其中成灾面积约为912.5万hm²,全国每年旱灾损失占各种自然灾害的15%以上,1950年—2000年所统计的5项气候灾害(干旱、雨涝、台风、冻害、干热风)中,干旱灾害发生频次约占总害次的1/3,为各项灾害之首^[5]。

淮河流域地处我国南北方气候过渡带和东西结合部,具有特殊的自然条件和人类活动特征:环山临海,地形复杂,气

候多变;平原广阔,蓄泄条件差;人口稠密,行蓄洪区众多,人水争地矛盾突出;黄河夺淮影响深远。流域内干旱灾害频繁发生:1949年—2010年62年中,淮河流域累计旱灾受灾面积1.67亿hm²,成灾面积8730万hm²,损失粮食13.96亿kg,平均每年269.8万hm²农作物受旱,140.8万hm²农作物成灾^[8-13]。干旱灾害直接影响流域工农业生产、城乡供水安全和生态环境等,已成为制约区域社会经济快速可持续发展的主要因素之一。

本文对淮河流域近60年干旱灾害统计资料进行统计分

析,系统地研究干旱灾害的年际变化规律、季节分布特征和空间分布特征,为流域旱情监测、预测及预警提供基础资料,为防旱抗旱减灾和粮食生产安全提供参考。

1 研究区概况

淮河流域位于东经 116°55′ - 121°25′、北纬 30°55′ - 36°36′ 区域内,包括湖北、河南、安徽、江苏、山东 5 省,面积 27 万 km²。流域地处我国南北方气候过渡地带,气候温和,四季分明,年平均气温为 11℃~16℃,由北向南、由沿海向内地,气温递增;蒸发量南小北大,年平均水面蒸发量为 900~1500 mm;多年平均降水量为 895 mm,大致由南向北递减,山区降水多于平原,沿海多于内陆。降水量年际年内变化较大,最大年降水量是最小年降水量的 3~4 倍,而且汛期(6 月-9 月)降水量占年降水量的 50%~80%。

淮河流域气候、土地、水资源等条件较优越,适宜于发展农业生产,是我国主要农业生产基地和重要的粮、棉、油主产区之一。农作物分夏、秋两季,夏季主要种植小麦、油菜,秋季种植水稻、玉米、薯类、大豆、棉花、花生等。流域以占全国 10% 的耕地面积生产全国近 20% 的粮食,平均每年向国家提供商品粮约占全国商品粮的 1/4,因此流域农业的兴衰影响着我国的粮食安全。

2 数据与方法

2.1 数据来源

淮河流域农业旱灾受灾面积、成灾面积、粮食产量等基础数据来源于河南省统计年鉴、安徽省统计年鉴、山东省统计年鉴和江苏省统计年鉴,资料时间系列为 1949 年-2010 年,共 62 年。通过对基础资料进行统计,建立淮河流域干旱灾害数据库,便于开展数据统计分析。

2.2 研究方法

本次研究参考《气象干旱等级》^[14]和《旱情等级标准》^[15],将干旱分为轻度干旱、中度干旱、严重干旱和特大干旱 4 个等级,按照旱情发生时间的不同分为春旱(3 月-5 月)、夏旱(6 月-8 月)、秋旱(9 月-11 月)和冬旱(12 月-次年 2 月)。

2.2.1 干旱等级计算

(1) 旱灾损失率。参考《全国抗旱规划技术大纲》^[6]和《安徽省抗旱规划》^[17],旱灾损失率指干旱灾害的直接经济损失值占地区生产总值的百分数,计算方法见公式(1),其中干旱灾害直接经济损失值包括因旱农业直接经济损失、影响工业增加值和牧业直接经济损失,而因旱农业直接经济损失包括粮食因旱减产值、经济作物减产值和林业、渔业、牲畜等经济损失值。本次研究主要针对农业干旱,采用因旱粮食损失率近似代替旱灾损失率,以农业旱灾等级划分来反映旱灾严重程度。因旱粮食损失率计算见公式(2)。

$$\text{旱灾损失率}(L) = \frac{\text{干旱灾害直接经济损失值}}{\text{地区生产总值}} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{因旱粮食损失率}(L) = \frac{\text{因旱粮食损失量}}{\text{正常年份粮食产量}} \times 100\% \quad (2)$$

为了消除作物品种和不同生长阶段抗旱性能的差异,以每年最终收获产量(实际单产)为基础,利用平均减产分乘法估算干旱灾害产量损失。计算时,将减产 10% 以上、减产

30% 以上、减产 80% 以上的面积分别称为受灾面积、成灾面积、绝收面积。该方法是农业部、民政部、统计局常用的计算方法。因旱粮食损失量计算见公式(3)。

$$W = [F_3 \times D_3 + (F_2 - F_3) \times D_2 + (F_1 - F_2) \times D_1] \times A \quad (3)$$

式中:W 为因旱减产产量(kg);F₁、F₂、F₃ 分别为受灾、成灾和绝收面积(hm²);D₁、D₂、D₃ 分别为受灾、成灾和绝收的减产成数,分别取 0.10、0.30 和 0.80;A 为正常年份粮食单产(kg/hm²),由系列粮食单产趋势预测确定。

(2) 旱灾损失率频率。根据公式(2)可求得因旱灾粮食损失率系列,将系列中各年旱灾损失率按由大到小的顺序排列,按公式(4)计算旱灾损失率经验频率。

$$P_i = \frac{m_i}{n+1} \times 100\% \quad (4)$$

式中:P_i 为旱灾损失率经验频率(%);i 为计算旱灾损失率经验频率的年序号;n 为统计年数;m_i 为按由大到小顺序排列的序号。采用目估适线法绘制旱灾损失率经验频率曲线。

(3) 旱灾等级划分。对照旱灾等级划分标准,根据各年的旱灾损失率确定旱灾等级^[16],可得到历年旱灾等级系列,见表 1。

表 1 旱灾等级划分标准

Table 1 Standard of classification for drought severity

旱灾等级	轻度	中等	严重	特大
省(直辖市、自治区)	2 ≤ L < 5	5 ≤ L < 10	10 ≤ L < 15	L ≥ 15
地(市)	3 ≤ L < 8	8 ≤ L < 15	15 ≤ L < 30	L ≥ 30
县区级	10 ≤ L < 20	20 ≤ L < 30	30 ≤ L < 40	L ≥ 40

2.2.2 旱灾易发季节确定

淮河流域主要干旱类型有春旱、夏旱、秋旱、春夏连旱、夏秋连旱、春秋同旱、春夏秋连旱 7 种。从历史资料分析,农业干旱的季节性特征明显,秋旱夏涝和流域东北旱西南涝为最常见的组合形式。根据流域各地各年农业干旱发生时间,计算统计单元内不同类型干旱(包括单季旱和连季旱)的发生频次,然后选取统计区内干旱发生频次最高的季节为该区的易旱季节。如某区域旱情发生时间为 3 月-5 月的频次最高,则该区易旱季节为春旱;旱情发生时间为 6 月-8 月的频次最高,则易旱季节为夏旱;旱情发生时间为 4 月-8 月的频次最高,则易旱季节为春夏连季旱;如果旱情发生时间为 3 月-5 月和 7 月-8 月两个不相连的季节的频次相同,且为最高,则可选择作物需水量大或缺水对作物影响程度大的季节作为该区域的易旱季节。

确定干旱易发季节及其相应频率后,对于每个县级行政区都可以计算出不同季节旱灾的发生频率,然后选取发生频率最大的季节作为该县旱灾最易发季节。最后,绘制流域易旱季节分布图,反映流域内各县或不同区域最易发生旱灾的季节分布情况。

2.2.3 旱灾易发地区确定

利用同样方法,确定旱灾等级及其相应频率后,对于每个县级行政区都可以计算出不同等级旱灾的发生频率。对比不同等级旱灾发生频率的大小,选取发生频率最大的旱灾等级作为最易发旱灾等级。最后,绘制旱灾易发地区分布图,在分布图上用不同颜色标示易发旱灾等级,可反映流域内各县或不同区域最易发生旱灾等级的分布情况。

3 干旱灾害时间分布特征

3.1 干旱灾害年代际变化

1949 年- 2010 年 62 年间, 淮河流域各地共发生大小旱灾 47 年(次), 局部性干旱几乎年年发生, 其中 1959、1961、1966、1977、1978、1981、1986、1988、1992、1994、1997、1999、2000、2001、2008、2009 年等 16 年份为大旱, 频次约为 3.8 年一遇。从淮河流域 4 省各年代平均年旱灾成灾面积来看(表 2 和图 1), 20 世纪 50、60、70 年代流域旱灾成灾面积分别为 113.1 万 hm^2 、127.5 万 hm^2 、110.4 万 hm^2 , 年代际变化较小, 各省旱灾成灾面积变化也较小; 20 世纪年代- 70 年代江苏省的受灾成灾面积最小, 其次是河南省、山东省和安徽省旱灾受灾面积较大; 20 世纪 80、90 年代旱灾发生越来越频繁, 对社会经济造成的损失也加大, 流域旱灾成灾面积分别为 172.6 万 hm^2 、187.2 万 hm^2 ; 21 世纪初的 10 年, 流域旱灾成灾面积 99.5 万 hm^2 , 主要是由于旱灾发生的频次降低, 同时社会对旱灾的重视度增加, 采取的防旱抗旱的措施逐渐增多, 旱灾损失相对要少。

表 2 1949 年- 2010 年淮河流域不同时期年均旱灾成灾面积

Table 2 Annual drought disaster areas in the Huaihe River Basin from 1949 to 2010

时期	旱灾成灾面积/万 hm^2				
	河南	安徽	江苏	山东	淮河流域
1949- 1960	26.8	42.0	13.9	30.3	113.1
1961- 1970	38.2	38.5	11.7	38.3	127.5
1971- 1980	34.8	38.0	9.5	30.2	110.4
1981- 1990	68.6	30.4	41.6	51.4	172.6
1991- 2000	33.0	67.2	68.9	37.5	187.2
2001- 2010	16.4	39.7	13.4	30.1	99.5
1949- 2010	27.6	43.2	25.4	44.7	95.6

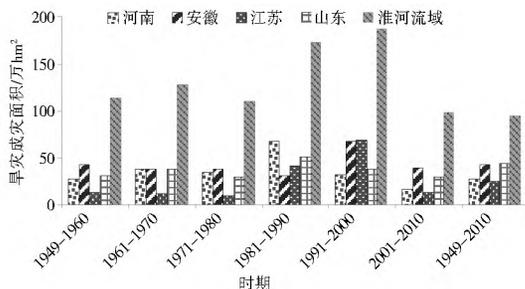


图 1 1949 年- 2010 年淮河流域不同时期年均旱灾成灾面积
Fig. 1 Annual drought disaster areas in the Huaihe River Basin from 1949 to 2010

淮河流域干旱的一个重要特点是严重干旱与特大干旱经常连续 2~ 3 a 出现, 如 1959 年- 1962、1986 年- 1989 和 1999 年- 2001 年均属连续干旱年份, 在这些年份因连年少雨, 严重干旱与特大干旱相继出现, 旱灾的损失及负面影响特别严重。流域干旱的另一个特点是几乎每年都有不同程度的水旱灾害交错发生, 在大水年后期往往出现严重干旱。

3.2 干旱灾害季节分布特征

从图 2 的淮河流域易旱季节分布情况可以看出, 淮河以南北亚热带区易发生春夏旱、夏旱及夏秋旱, 其中安徽的滁州、江苏的淮安、盐城等地发生春夏旱的频率较高, 安徽的六安、江苏泰州等地较易发生夏旱, 河南的信阳、江苏的扬州、南通等地夏秋旱发生频率较高; 中部暖温带区易发生春夏旱及夏秋旱, 其中北部的郑州、平顶山、许昌、商丘、亳州、淮北等地易发生春夏旱, 南部的驻马店、阜阳、蚌埠、宿州等地易发生夏秋旱; 废黄河以北暖温带区易发生春旱、夏旱及春夏旱, 其中山东的菏泽、济宁、枣庄等地易发生春旱, 临沂、日照等地易发生夏旱, 江苏的徐州、宿迁、连云港等地易发生春夏旱。

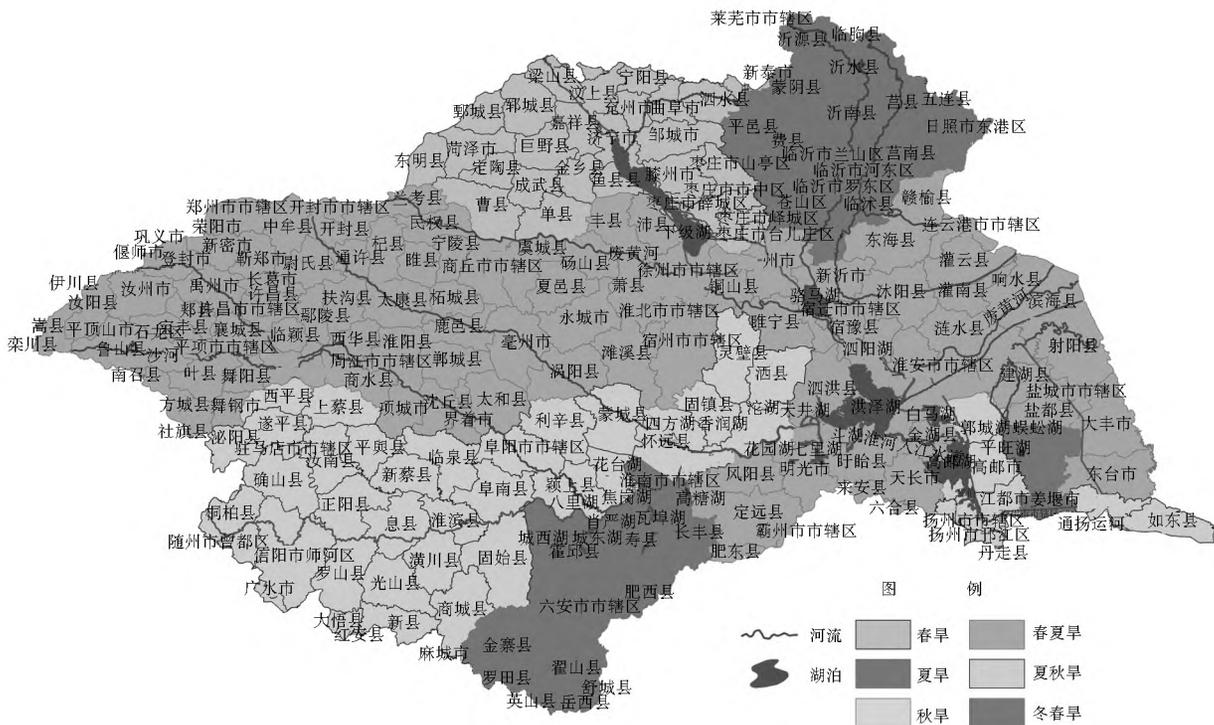


图 2 淮河流域易旱季节分布图

Fig. 2 Drought season distribution in the Huaihe River Basin

淮河流域春旱、春夏旱、夏旱和夏秋旱的发生频次相对较高,主要原因如下:春季(3月-5月)是午季作物(小麦、油菜等)的主要生长季节,作物需水量大,而春季淮河流域降水量少蒸发量大,且这个时期地下水位是全年最低,易发生春旱;夏季(6月-8月)是秋季作物(水稻、玉米、大豆、花生、棉花)的主要生长季节,虽然这个时期的降水量较多,但是由于蒸发量大和作物的需水量大,容易发生夏旱;秋季(9月-11月)是午季作物的播种季节,当发生夏季干旱时,地下由于未得到有效补给,秋季播种的作物得不到有效的灌溉,易发生夏秋连旱。

4 干旱灾害空间分布特征

从图3的淮河流域旱灾易发地区分布图可以看出,淮河以南亚热带区西部N1的信阳、六安,中部N2的滁州、合肥,沿海的盐城、南通等地则为中度旱灾低发地区;东部N3

的宿迁、淮安、扬州、泰州等地易发生轻度及以下旱灾,中部暖温带区西北部O1多为中度旱灾高发地区,如开封、郑州、平顶山等地,洛阳的汝阳县较易发生严重旱灾,中部O2为中度旱灾低发区,如商丘、周口、漯河、阜阳、亳州、淮北、宿州等地;南部O3靠近淮河一带多易发生轻度及以下的旱灾,如驻马店、蚌埠、淮南等地;废黄河以北暖温带区O1较易发生中度及轻度旱灾,其中,菏泽、济宁、临沂南部、日照等地易发生轻度及以下旱灾,废黄河沿岸O2的商丘北部地区及枣庄、临沂北部、徐州、连云港等地为中度旱灾低发区。

综合分析发现,淮河流域绝大部分地区易发生中度及轻度旱灾,严重及特大旱灾也发生,但是在整个流域中占旱灾发生次数总的比例不高。这主要是因为淮河流域地处我国南北气候过渡带,降水量波动大,流域整体抗旱水平不高,当遇到极端气候或者连续多年干旱时,才会发生严重以上的旱灾,而在正常年份,发生中度及轻度旱灾偏多。

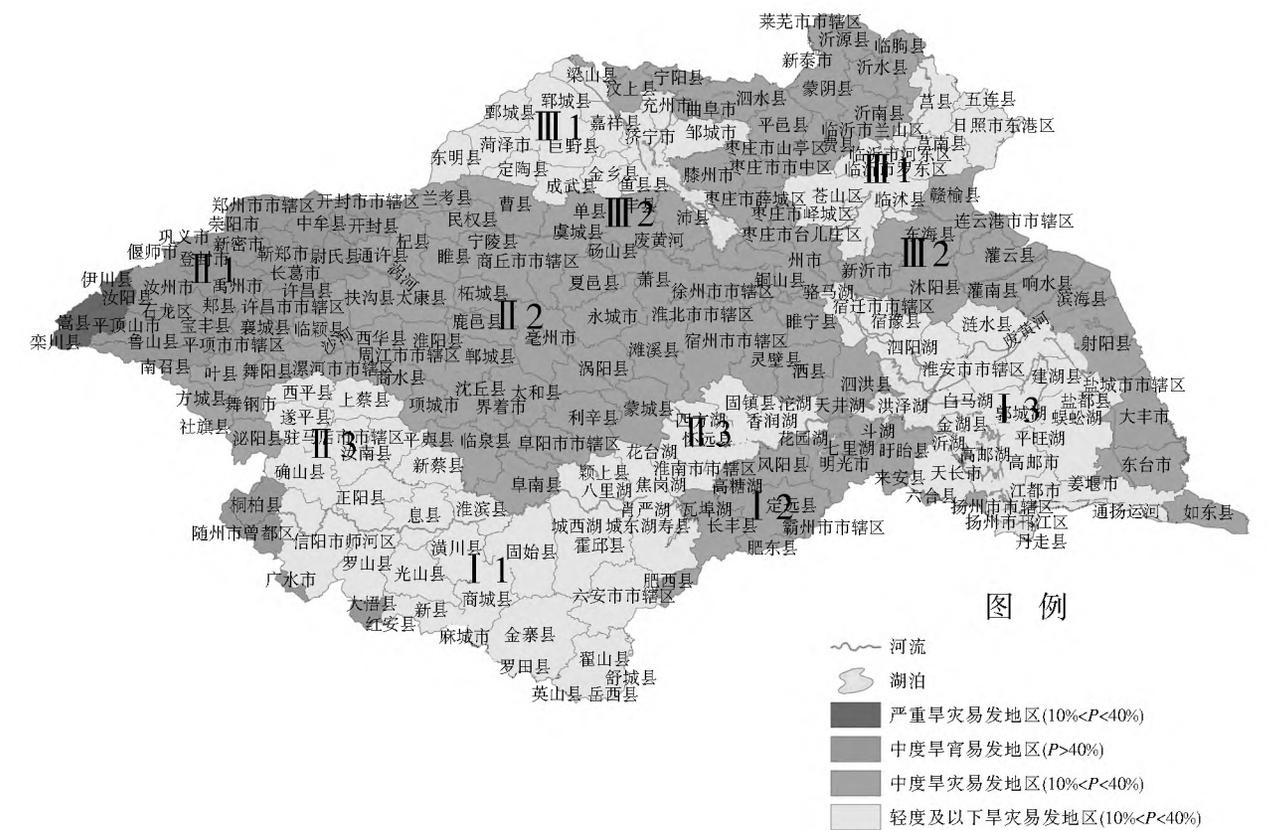


图3 淮河流域易旱地区分布图

Fig. 3 Drought area distribution in the Huaihe River Basin

5 结语

干旱灾害及其影响是一个复杂的综合过程,对旱灾特征进行研究旨在揭示其时间和空间上的分布特征,总结出规律性的成果,为防旱抗旱减灾服务。淮河流域干旱灾害发生频次高、影响范围广、持续时间长,严重影响流域农业、工业、城乡供水安全和生态环境等社会各方面。通过对淮河流域1949年-2010年干旱灾害进行统计分析,揭示了流域范围干旱灾害的季节分布和空间分布特征:(1)淮河以南亚热带区易发生春夏旱、夏旱及夏秋旱,中部暖温带区易发生春夏旱及夏秋旱,废黄河以北暖温带区易发生春旱、夏旱及春

夏旱;(2)淮河以南亚热带区西部易发生轻度及以下旱灾,中部暖温带区西北部多为中度旱灾高发地区,南部靠近淮河一带多易发生轻度及以下的旱灾,废黄河以北暖温带区较易发生中旱及轻旱。

参考文献(References):

[1] 江丽,安萍莉.我国自然灾害时空分布及其粮食风险评估[J].灾害学,2011,26(1):48-59. (JIANG Li, AN Ping li. Temporal and Spatial Distribution and Grain Risk Assessment of Natural Disasters in China[J]. Journal of Catastrophology, 2011, 26(1):48-59. (in Chinese))

- [2] 王劲松, 郭江勇, 周跃武, 等. 干旱指标研究的进展与展望[J]. 干旱区地理, 2007, 30(1): 60-65. (WANG Jir song, GUO Jiang yong, ZHOU Yue wu, et al. Progress and Prospect on Drought Indices Research[J]. Arid Land Geography, 2007, 30(1): 60-65. (in Chinese))
- [3] 谢五三, 田红. 安徽省近 50 年干旱时空特征分析[J]. 灾害学, 2011, 26(1): 94-98. (XIE Wu san, TIAN Hong. Analysis of the Spatial temporal Characteristics of Drought in Anhui Province in Recent 50 Years[J]. Jouanal of Catastrophology, 2011, 26(1): 94-98. (in Chinese))
- [4] 袁文平, 周广胜. 干旱指标的理论分析与研究展望[J]. 地球科学进展, 2004, 19(6): 982-991. (YUAN Wen ping, ZHOU Guang sheng. Theoretical Study and Research Prospect on Sgouhr Indices[J]. Advances in Earth Science, 2004, 19(6): 982-991. (in Chinese))
- [5] 李茂松, 李森, 李育慧. 中国近 50 年旱灾灾情分析[J]. 中国农业气象, 2003, 24(1): 7-10. (LI Mao song, LI Sen, LI Yu hui. Studies on Drought in the Past 50 Years in China[J]. Chinese Journal of Agrometeorology, 2003, 24(1): 7-10. (in Chinese))
- [6] 霍贝, 陆桂华, 何海. 淮河流域旱涝年水汽输送特征分析[J]. 水电能源科学, 2012, 30(2): 6-8, 16. (HUO Bei, LU Gui hua, HE Hai. Characteristics of Water Vapor Transportation in Huaihe River Basin in Drought and Flood Years[J]. Water Resources and Power, 2012, 30(2): 6-8, 16. (in Chinese))
- [7] 郑晓东, 鲁帆, 马静. 近 50 年淮河流域旱涝与太阳黑子的关系研究[J]. 水电能源科学, 2012, 31(2): 1-4. (ZHENG Xiao dong, LU Fan, MA Jing. Study of Relation between Drought/Flood and Sunspot in Huaihe Basin During 50 Years[J]. Water Resources and Power, 2012, 31(2): 23-25. (in Chinese))
- [8] 水利部淮河水利委员会水文局. 淮河流域片水旱灾害分析[R]. 2002. (China Water Huaihe Ministry of Water Resources and Water Conservancy Commission. Analysis of Flood Disaster and Drought Disaster in Huaihe river[R]. 2002. (in Chinese)).
- [9] 宁远, 钱敏, 王玉太. 淮河流域水利手册[K]. 北京: 科学出版社, 2003. (NING Yuan, QIAN Min, WANG Yu tai. Hydraulic Handbook of Huaihe River[K]. Beijing: Science Press, 2003. (in Chinese))
- [10] 李彬, 武恒. 安徽省农业旱灾规律及其对粮食安全的影响[J]. 干旱地区农业研究, 2009, 27(5): 18-23. (LI Bin, WU Heng. The Characteristics of Agricultural Drought Disaster and Its Impacy on Food Security in Anhui Province[J]. Agricultural Research in the Arid Areas, 2009, 27(5): 18-23. (in Chinese))
- [11] 安徽省水利厅. 安徽省水旱灾害[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 1998. (Water Resources Department of Anhui Province. Flood and Drought of Anhui Province[M]. Beijing: China Water Conservancy and Hydropower Press, 1998. (in Chinese))
- [12] 汤广民, 曹成. 安徽省农业旱灾特征及其对粮食生产的影响[J]. 灌溉排水学报, 2010, 29(6): 47-50. (TANG Guang min, CAO Cheng. Agricultural Drought and Its Effect Food Production in Anhui Province[J]. Journal of Irrigation and Drainage, 2010, 29(6): 47-50. (in Chinese))
- [13] 费振宇, 蒋尚明, 金菊良, 等. 安徽省易旱地区抗旱能力评价[J]. 水电能源科学, 2012, 30(7): 29-33. (FEI Zher yu, JIANG Shang ming, JIN Ju liang, et al. Assessment of Drought Prevention and Resistance Ability for Anhui Drought prone Regions[J]. Water Resources and Power, 2012, 30(7): 29-33. (in Chinese))
- [14] GB/T 20481-2006, 气象干旱等级[S]. (GB/T 20481-2006, Classification of Meteorological Drought[S]. (in Chinese))
- [15] SL 424-2008, 旱情等级标准[S]. (SL424-2008, Standard of Classification for Drought Severity [S]. (in Chinese))
- [16] 水利部水利水电规划设计总院. 全国抗旱规划技术大纲[R]. 2008. (Water Resources and Hydropower Planning and Design Ggeneral Institute, MWR. The National Drought Planning Technology[R]. 2008. (in Chinese))
- [17] 安徽省·水利部淮河水利委员会水利科学研究院. 安徽省抗旱规划[R]. 2011. (Anhui and Huaihe River Resources Research Institute. Fighting Drought Plan of Anhui Province [R]. 2011. (in Chinese))

《南水北调与水利科技》编辑部郑重声明

《南水北调与水利科技》自创刊以来,从未委托任何中介机构、网站及个人征稿,请广大读者、作者提高警惕,不要通过他人投稿,更不要向他人或不明机构缴纳任何费用。

编辑部投稿邮箱: nsbdqk@263.net, 电话: 0311-85020535, 85020639, 85020507, 85020512。

《南水北调与水利科技》编辑部