

1999 2

# 暴雨·灾害

TORRENTIAL RAIN · DISASTER

国家“九五”重中之重科技项目“96—908—05—04”专题  
“华中地区旱涝预测系统研究”专辑

ISBN 7-5029-2842-1



9 787502 928421 >

武汉区域气象中心 主办  
气象出版社 出版

## 《暴雨·灾害》征稿简则

1 《暴雨·灾害》贯彻“百花齐放,百家争鸣”方针,努力反映暴雨和其它灾害科学领域内的最新科研成果和学术动态,促进广泛的学术交流和联系,为促进科技进步、减灾、防灾和社会安全服务。

2 《暴雨·灾害》刊载的稿件主要是:

2.1 反映暴雨科学和灾害研究各个方面有创造性的学术论文、短论、技术报告,包括暴雨的数值预报、数值试验、诊断研究、预报方法及应用;暴雨洪涝灾害及其它气象灾害的成因、规律、预测和减灾对策;新的探测技术在暴雨、灾害分析、研究中的应用。

2.2 综合评述国内外暴雨、灾害科学研究发展的新理论、新动态、新技术、新问题;有关重要学术会议的报道;有关书刊评价;有关暴雨或灾害研究的科学家、专家、学者的简历、功绩、成果评价。

3 来稿要求和注意事项:

3.1 来稿要求论点明确、文字精炼、数据可靠。每篇论文(含中英文摘要、图表与参考文献)以不超过8000字为宜,用方格纸横写,字迹清晰,一式三份,可由电脑打印或是复印,并附200字以内的中英文摘要(外文请用打字或用印刷体书写)。摘要请列论文所用理论、技术、方法和主要结论。列关键词三至五个。中国作者姓名用汉语拼音。文章如系国家、省部级重大科技项目或攻关项目成果或资助项目,均请在首页脚注标明。

3.2 插图只附最必要的(一般不宜超过5幅),用透明描图纸黑墨清绘。图的大小应比预计制版尺寸放大1倍。文稿中应标明插图位置并附图题、图注,要求线条光洁、清楚美观。图中文字请用铅笔书写端正。照片务必黑白清晰(不用彩照)、层次清楚。表格列于文稿中,并列出表题,宜用三线表。

3.3 标题层次一律用阿拉伯数字连续编号,不同层次的数字之间加下圆点相隔,最末数字后面不加标点。标题层次的划分,一般不宜超过4层;编号应左起顶格书写,有标题时,应空一格再写标题,再起一行写具体内容;无标题时,在编号后空一格再写具体内容。

3.4 稿中外文字符必须分清大小写、正斜体、黑白体、上下角标其高低位置应区别清楚。易混淆的外文字母,请用铅笔批注文种。

3.5 参考文献请按顺序编码制择要列入,在文中按出现先后顺序,编号加方括号列入引文的右上角。在文后参考文献中,序号编码不加方括号。若属期刊,请依次写明:序号,作者姓名,文献题目,杂志名称,发表年份,卷期,页码;如为图书,则依次写明:序号,作者姓名,书名,出版地名,出版社,年份,页码。

3.6 计量单位,采用《中华人民共和国计量单位》。

4 稿件一经刊登,酌致稿酬,不登之稿当妥予退还。请勿一稿两投。文责自负。

5 来稿请寄:湖北省武汉市东湖东路3号《暴雨·灾害》编辑部收。邮政编码:430074。请注明作者的通讯地址、单位、电话号码、传真机号码及邮政编码。

## 暴雨·灾害

(三)

|      |                                    |
|------|------------------------------------|
| 主办单位 | 武汉区域气象中心                           |
| 主 编  | 朱 正 义                              |
| 出版单位 | 气象出版社<br>(北京市海淀区白石桥路46号 邮编:100081) |
| 编辑单位 | 武汉暴雨研究所《暴雨·灾害》编辑部                  |
| 本期编辑 | 廖移山,张中华,俞康庆(英文),吴向东                |
| 发行单位 | 气象出版社                              |
| 印刷单位 | 北京宏远兴旺印刷厂                          |

1999年11月出版

ISBN 7-5029-2842-1/P·0989 定价:12.80元

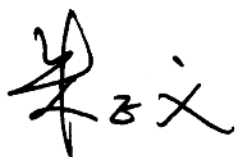
## 序

短期气候预测是指对月、季、年时间尺度的气候变化和气候异常的预测,许多灾害性气候如干旱、洪涝、低温、寒害、高温热害的预测都是短期气候预测的内容。短期气候异常形成的灾害每年都给国民经济和人民生命财产造成重大损失,提前对这些灾害性气候进行预测对政府决策部门制订国民经济发展计划和趋利避害、防灾和减灾具有极其重要的意义。

华中地区位于长江中游,干旱、洪涝是其最经常遭受的气象灾害,尤其是每年夏季,洞庭湖、鄱阳湖、长江荆江河段所在的长江中游地区防汛任务十分繁重,暴雨洪涝给这些地区造成极大威胁,防御多雨造成的洪涝或少雨造成的干旱已成为华中各省地方政府的重要任务。因此,对旱涝的有效预测一直是华中各省气象工作者为之付出艰辛努力的重大课题。“九五”期间,国家重中之重科技项目“我国短期气候预测系统研究”项目下设了“96-908-05-04”专题“华中地区旱涝预测系统研究”,由华中地区所在的湖北、湖南、江西三省共同承担,旨在进一步深化对造成华中地区旱涝形成机理和物理过程的认识,提高对夏季旱涝的预报能力,建立新一代的短期气候预测业务服务系统。

近几十年来,华中各省对夏季旱涝的气候规律和影响因子有过不少研究,建立了一些业务预报方法,积累了较丰富的预报经验,但由于旱涝问题的复杂性和科学技术水平的限制,这一地区旱涝的预报水平还很低,尤其是对大旱大涝的预报能力非常有限,远远满足不了国民经济建设的需求。自1996年开展“华中地区旱涝预测系统研究”以来,我们在华中地区旱涝形成规律,及其预报方法的研究上已取得明显进展,本专辑汇编的20多篇论文反映了1997~1998年两年的部分研究成果,有些成果已在其它公开学术刊物上发表,本专辑未作汇编。这些研究成果已陆续应用于实际业务预报,如对1998年发生在长江中游的历史上罕见的特大洪涝的预报和对今年梅雨期多雨、汛期降水前多后少的预报都是较成功的,初步显示了科技攻关研究的效益。但也应该看到,华中旱涝预报问题还远远没有解决,如我们对1999年汛期雨量总趋势的预报是失败的,说明我们对华中旱涝形成的物理过程的认识能力和预报水平仍是初步的,攻关研究还需进一步加大力度。

我们相信,随着本专题研究的深入和完成,对华中旱涝的认识能力和预报水平会有较大改善,我们将在华中各省防汛抗旱气象服务中作出更大的贡献。



1999年10月8日

# 《暴雨·灾害》

## (三) No. 2

国家“九五”重中之重科技项目“96-908-05-04”专题

“华中地区旱涝预测系统研究”专辑

## 目 次

### 序

#### 气候诊断评估

|                                         |                 |      |
|-----------------------------------------|-----------------|------|
| 1998 年长江中游暴雨洪涝特征分析 .....                | 朱正义 刘 敏 周月华 熊安元 | (1)  |
| 湖北省四季旱涝的统计特征 .....                      | 陈淑明 高贤来         | (9)  |
| 武汉、宜昌 20 世纪最高气温、最低气温、气温日较差突变的诊断分析 ..... | 陈正洪             | (14) |
| 湖北省汛期旱涝与稻谷产量稳定性的研究 .....                | 刘 敏             | (20) |
| 气候异常对江西省粮棉油生产影响评估方法的研究 .....            | 魏 丽 王怀清         | (26) |
| 短期气候预测评估方法与湖北省短期气候预测业务水平评估 .....        | 张礼平 熊安元 胡宗海 周筱兰 | (32) |

#### 气候变化物理因子分析

|                                     |                  |      |
|-------------------------------------|------------------|------|
| 湖北省各季降水场的基本特征及其与 ENSO 响应关系的初探 ..... | 赵明明 袁业畅          | (36) |
| 江西省 6 月多雨环流特征及其前兆信号初步分析 .....       | 陆叔鸣 熊蜀斐 文绮新 张超美  | (42) |
| 春季白令海海冰面积变化对湖北省 7 月份降水的影响 .....     | 马乃孚 李 劲          | (48) |
| 湖南夏季旱涝与北半球大气环流特征 .....              | 罗伯良              | (55) |
| 厄尔尼诺对湖南洞庭湖地区降水异常的影响 .....           | 段德寅 叶成志 毛亮 林浩 陈媛 | (60) |
| 湖北省东部夏季大涝、大旱年的前期冬季深层地温特征统计分析 .....  | 胡宗海 危万虎          | (65) |

#### 短期气候预测技术

|                               |         |       |
|-------------------------------|---------|-------|
| 湖北省东部地区夏季旱涝预测模型的研究 .....      | 周月华 汪 方 | (70)  |
| 湖北省特大旱涝成因、规律及预报技术 .....       | 丁 一     | (77)  |
| 湖北省季气温气候均态及其长超前预报 .....       | 房春花     | (84)  |
| 短期气候预测多种预报集成方法的比较分析 .....     | 杨荆安 张鸿雁 | (91)  |
| 广义相关系数及其在短期气候预测中的应用 .....     | 张礼平 陆叔鸣 | (98)  |
| 卡尔曼滤波方法在制作长期月平均气温预报中的应用 ..... | 周筱兰 张礼平 | (103) |

#### 短期气候预测业务系统

|                                            |     |       |
|--------------------------------------------|-----|-------|
| 短期气候监测预测综合业务服务系统的初步设计 .....                | 熊安元 | (107) |
| 在 Sybase 中用 T-SQL 研制数据库的数据模型及数据库性能优化 ..... | 王海军 | (113) |
| 用 PowerBuilder 6.0 研制华中地区短期气候预测数据库系统 ..... | 张 峻 | (120) |

## 《暴雨·灾害》编审委员会成员名单

主任委员:朱正义

副主任委员:彭 广 涂松柏 袁恩国

委员:(以姓氏笔划为序)

|     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 丁 一 | 汇   | 万玉发 | 丑纪范 | 王昂生 | 邓秋华 | 刘志澄 | 李泽椿 | 汪永铭 |
| 吴正华 | 陈双溪 | 陈正洪 | 张正洪 | 张玉玲 | 杨金政 | 杨景勋 | 郑启松 |     |
| 郭肖容 | 胡才望 | 胡江林 | 胡伯威 | 赵思雄 | 俞康庆 | 柯怡明 | 席国耀 |     |
| 唐新章 | 黄士松 | 黄福均 | 章 淹 | 章国材 |     |     |     |     |

封面题字:中国气象局局长 温克刚

# TORRENTIAL RAIN • DISASTER

## CONTENTS

|                                                                                                                                    |                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Analysis on Characteristics of the Storm and Flood in the Middle Reaches of the Yangtze River in 1998 .....                        | Zhu Zhengyi (朱正义) et al. (1)                          |
| The Statistic Features of Drought and Flood in Four Seasons in Hubei Province .....                                                | Chen Shuming (陈淑明) and Gao Xianlai (高贤来) (9)          |
| The Diagnosis and Analysis of Abrupts of Maximum, Minimum and Diurnal Temperature Range in 20th Century in Wuhan and Yichang ..... | Chen Zhenghong (陈正洪) (14)                             |
| Study on Relationship between Drought/Flood of Flood Period and Rice Yield in Hubei Province .....                                 | Liu Min (刘敏) (20)                                     |
| Assessment Methods for the Influence of Climate Abnormality on Grain, Cotton and Rape-Seed Yields .....                            | Wei Li (魏丽) and Wang Huaqing (王怀清) (26)               |
| Assessment of Short-Term Climate Forecast and the Appraise of Hubei Professional Skill .....                                       | Zhang Liping (张礼平) et al. (32)                        |
| The Preliminary Study of the Relations between Seasonal Precipitation Distribution Patterns of Hubei Province and ENSO .....       | Zhao Mingming (赵明明) and Yuan Yechang (袁业畅) (36)       |
| Analysis of the Circulation Features of the Flood in Jiangxi Province in June and Its Premonitory Signal .....                     | Lu shuming (陆叔鸣) et al. (42)                          |
| The Effect of the Ice Area of Bering Sea in Spring on Precipitation of July in Hubei Province .....                                | Ma Naifu (马乃孚), Li Jin (李劲) and Hu Zonghai (胡宗海) (48) |
| Features of Drought and Flood in the Summer of Hunan and Northern Hemispheric Circulation .....                                    | Luo Bailiang (罗伯良) (55)                               |
| The Effects of El nino on Rainfall Abnormality in Dongting Lake Region of Hunan Province .....                                     | Duan Deyin (段德寅) et al. (60)                          |
| A Statistic Analysis of Winter Soil Temperature in Flood/Drought Year of Hubei Province .....                                      | Hu Zonghai (胡宗海) and Wei Wanhua (危万虎) (65)            |
| Study on Drought/Flood Prediction Model in East Hubei During Summer .....                                                          | Zhou Yuehua (周月华) and Wang Fang (汪方) (70)             |
| The Formation and Prediction of Severe Flood/Drought in Hubei Province .....                                                       | Ding Yi (丁一) (77)                                     |
| Climate Normals and Long-Lead Prediction of Hubei Seasonal Temperature .....                                                       | Fang Chunhua (房春花) (84)                               |
| The Ensemble Forecasting Study for Short-Term Climate Prediction .....                                                             | Yang Jing'an (杨荆安) and Zhang Hongyan (张鸿雁) (91)       |
| Generalized Correlative Coefficient and Its Application in a Short-Range Climate Prediction .....                                  | Zhang Liping (张礼平) and Lu Shuming (陆叔鸣) (98)          |
| Application of Kalman Filter Method in the Forecasting of Monthly Average Temperature .....                                        | Zhou Xiaolan (周筱兰) and Zhang Liping (张礼平) (103)       |
| The Preliminary Design for the Monitoring and Forecasting Operational System of Short-Term Climate .....                           | Xiong Anyuan (熊安元) (107)                              |
| Creating the Data Model and Database Objects in Sybase Using T-SQL and Optimizing the Performance of Database .....                | Wang Haijun (王海军) (113)                               |
| Developing the Huazhong Area Database System of Short-Term Climate Prediction Using PowerBuilder 6.0 .....                         | Zhang Jun (张峻) (120)                                  |

# 1998 年长江中游暴雨洪涝特征分析<sup>①</sup>

朱正义 刘 敏 周月华 熊安元

(湖北省气象局, 武汉 430074)

## 摘 要

本文利用长江中游湖北、湖南、江西三省 1997 年 11 月至 1998 年 8 月的降水资料, 分析了 1998 年长江中游主汛期雨情、汛情, 暴雨洪涝特点和特大洪涝发生的直接致灾原因。结果指出: 1997 年冬季和 1998 年春季长江中游降水多, 江河湖库底水高, 是汛期发生洪涝的潜在因子; 1998 年主汛期(6~8 月)长江中游沿江江南地区两段异常集中高强度的降水是发生严重洪涝的主要致灾因子。

**关键词:** 长江中游 暴雨洪涝特征 致灾因子

## 1 引 言

1998 年夏季, 长江流域发生了历史罕见的特大暴雨洪涝灾害, 湖北、湖南、江西等省所在的长江中游是洪涝受灾区的重中之重。长江中游和洞庭湖、鄱阳湖地区, 除武汉、黄石等地外, 沿江河段均出现了超过 1954 年的高水位, 大部分地区降水持续偏多, 暴雨强度大, 是继 1954 年后出现的第二次恶劣组合洪水, 人民生命财产损失严重。江西、湖南、湖北等省因灾死亡 1300 多人, 直接经济损失超过千亿元。分析 1998 年长江中游主汛期雨情、汛情, 暴雨洪涝特点和特大洪涝发生的直接致灾原因, 对长江中游防汛减灾决策的制定和国民经济的发展有着重要的现实意义。

## 2 主汛期(6~8 月)长江中游雨情分析

### 2.1 6~8 月长江中游总雨量分布

6~8 月赣、湘中北部, 鄂中南部降水量一般有 600~900mm(图 1), 赣北大部、鄂西南、鄂东南沿江和湘西北北部 1000~1400mm, 赣北有 5 个站(婺源、铜鼓、弋阳、铅山、横峰)超过 1500mm, 大部位于赣东北地区, 最大降水中心记录为 1779mm(婺源)。鄂北、赣南和湘南大部降水为 300~600mm。

6~8 月长江中游有两段降水异常集中期, 两段集中期的降水覆盖范围也基本一致, 即位于沿江、江南地区。第一段为 6 月中下旬, 多雨中心为湘赣北部, 第二段为 7 月下旬, 多雨中心位于鄂中南部、湘赣北部。这两段集中期高强度、长时间的降水为这年发生严重洪涝的主要致

<sup>①</sup> 初稿时间: 1999 年 7 月 28 日; 修改稿时间: 1999 年 10 月 8 日。

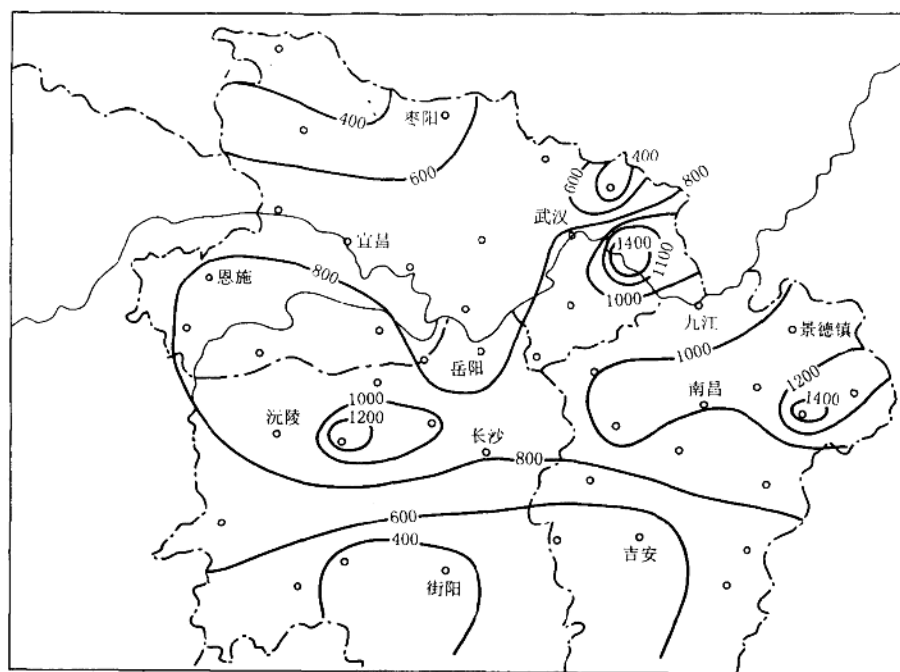


图1 长江中游6~8月总雨量分布图(单位:mm)

灾因子。

## 2.2 6月中下旬集中降水期的雨情和汛情

6月12~30日副热带高压北侧的西南暖湿气流与南下的冷空气频繁交汇于长江中下游,赣、湘中北部出现稳定连续性的暴雨至大暴雨,局部特大暴雨,连续性暴雨日数达8~16天,鄂东南和鄂西南处于主雨带的北缘,暴雨过程时有发生,此间湘赣鄂三省共出现暴雨426站次,大暴雨126站次,特大暴雨7站次。降水总量(图2)一般为200~500mm,湘赣两省28~29°N之间降水量为500~900mm,局部地区超过1000mm(江西横峰1026mm,弋阳1015mm),其中赣东北的上饶地区南部、鹰潭市和抚州地区北部11个县市过程平均雨量达938mm,与历史同期相比,这些地区均比常年偏多8成至3倍,部分地区如江西上饶、贵溪,湖南长沙,湖北通城的降雨量出现了近几十年来同期的最大值(表1)<sup>[1]</sup>。这场暴雨、大暴雨降水过程强度之大、地域之集中、持续时间之长均在当地历史上十分罕见。

由于长江中游地区前期江湖水位较高,受这段强降雨的影响之后,各江河湖库水位迅速上涨,赣江、抚河、信江、湘江先后出现历史最高水位。受洞庭湖和鄱阳湖水系的顶托,6月24日后湖北省境内长江沿线相继突破设防、警戒水位,7月2日长江第一次洪峰形成,7月4日和5日监利、武穴、九江均超过历史最高水位。

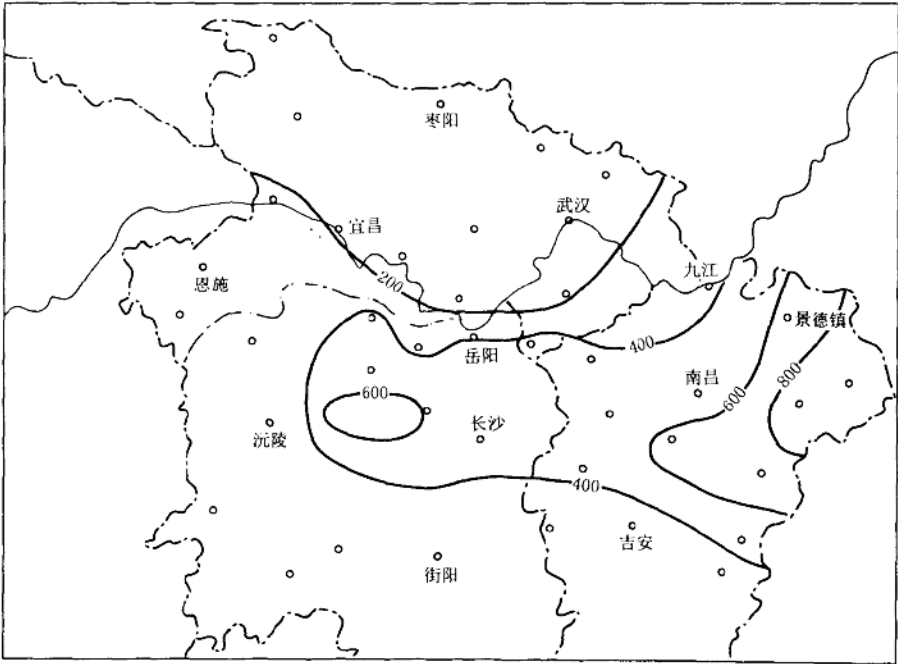


图 2 长江中游 6 月中下旬降水总量分布图(单位:mm)

表 1 1998 年 6 月中下旬降水量与历史同期最大值比较(单位:mm)

| 站名      | 1998 年 6 月中下旬降水量 | 历史最大值及年份  | 常年平均降水量 |
|---------|------------------|-----------|---------|
| 江西省: 南昌 | 531              | 726(1973) | 208     |
| 景德镇     | 621              | 633(1955) | 213     |
| 贵溪      | 946              | 624(1995) | 241     |
| 上饶      | 914              | 530(1995) | 210     |
| 九江      | 279              | 394(1954) | 162     |
| 南城      | 612              | 499(1967) | 206     |
| 宜春      | 500              | 394(1995) | 157     |
| 修水      | 531              | 655(1954) | 204     |
| 湖南省: 长沙 | 553              | 411(1969) | 153     |
| 常德      | 403              | 423(1954) | 146     |
| 湖北省: 通城 | 486              | 459(1967) | 186     |

2.3 7 月下旬降水集中期的雨情和汛情

7 月 16~30 日,由于副热带高压减弱南落东退,鄂中南部、湘赣北部再次出现大的暴雨天气,这阶段降雨范围虽比 6 月中下旬小,持续时间稍短,但突发性强,强度大,鄂、湘、赣三省共出现暴雨 290 站次,大暴雨 83 站次,特大暴雨 13 站次,过程雨量大于 400mm 的有 47 个站,大于 500mm 的 14 站次,局部地区超过 800mm,暴雨中心在赣东北的婺源(911mm)(图 3),次中心位于鄂东南沿江的黄石市(843mm)。此间降水量大部比常年同期偏多 1~5 倍,局部偏多 10~20 倍。其中 7 月 21~23 日鄂东出现了历史罕见的区域性特大暴雨,20 日 20 时至 22 日 20 时 48 小时降雨量有 10 个县市超过 300mm,黄石市最大达 500mm,武汉、蔡甸等 9 个县市连续

两天下了大暴雨,为有记录以来所少见,武汉市 21 日 6 时 20 分至 7 时 20 分 1 小时最大雨量达 107mm,突破历史最高记录。湘西北 22~24 日也有 10 个站暴雨、大暴雨连日发生,7 月下旬鄂东大部 and 赣北部分地区旬降水量创建站以来同期最大值(表 2),而且强降雨带与 6 月中下旬的暴雨带位置基本一致略偏北。

这阶段的强降水对本已是高水位的长江中游干流无疑是雪上加霜。7 月 23~26 日澧水石门站和修水永修站水位超历史最高水位,沅水、资水、昌江等也相继发生大洪水。受支流来水影响,洞庭湖、鄱阳湖水位又迅速上涨,长江干流第 3 次洪峰也于 25 日通过湖北宜昌,上压下顶,造成沙市以下水位全线上涨。26 日 16 时,石首、监利、莲花塘、螺山、武穴、九江、湖口等站分别超过历史最高水位 0.02m、0.43m、0.09m、0.21m 和 0.13m。27 日 6 时洞庭湖城陵矶水位涨至 35.47m 超过历史最高水位,29 日 4 时汉口站洪峰水位 28.96m 为建站以来仅次于 1954 年的第二位高水位,30 日 15 时受鄂东南降雨和陆水水库放流的影响,汉口水位涨至 29.07m。

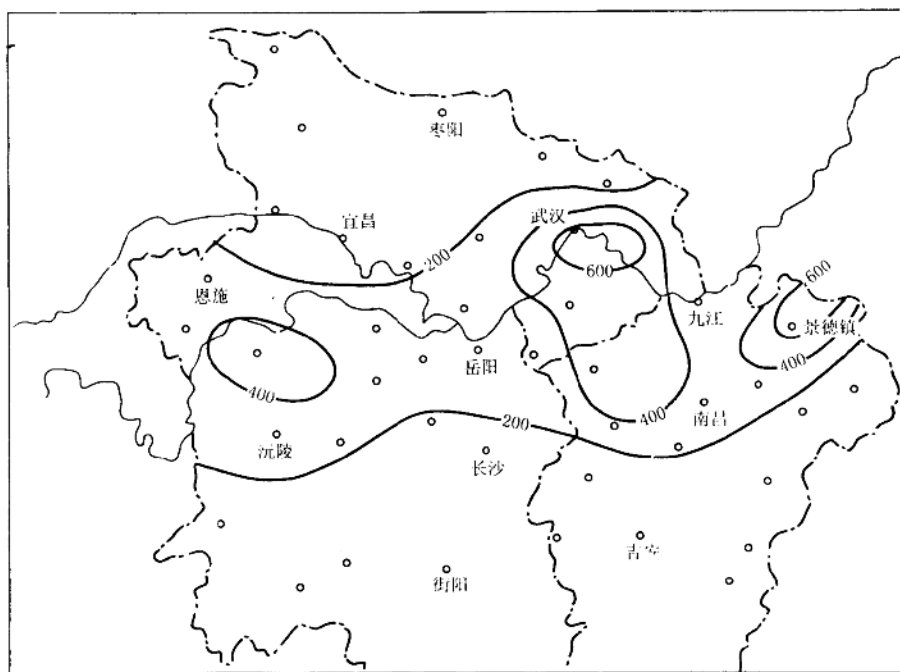


图 3 长江中游 7 月 16~30 日降水总量分布图(单位:mm)

### 3 1998 年长江中游暴雨洪涝特点分析

#### 3.1 暴雨过程频繁,暴雨集中强度大

主汛期(6~8月)长江中游暴雨过程频繁,仅湖北省就发生 11 次区域性的大到暴雨过程,大大多于常年,与建国以来出现的特大洪涝年如 1954 年、1969 年、1980 年、1983 年基本相似,几乎是逢雨便有台站出现暴雨。在暴雨天气频繁发生的同时,由于雨带少动,暴雨集中强度大,

暴雨、大暴雨、特大暴雨在一地连续交替发生,历史少见,如江西 6 月 12~27 日出现了持续 15 天的暴雨过程,共出现暴雨 214 县市次,大暴雨 86 县市次,特大暴雨 4 县市次。过程累计雨量大于 700mm 的有 17 个县市,主要集中在鹰潭市(923mm),上饶地区(743mm)和抚州地区(735mm),其中 13~15 日江西余江、鹰潭、贵溪、弋阳、横峰、铅山 6 市县出现了连续 3 天的暴雨,为历史罕见。湖南此段时间降雨量集中在湘江下游、资水、沅水中下游以及东、南洞庭湖地区,共有 153 站次出现暴雨,33 站次大暴雨,特大暴雨 3 站,其中 6 月 13 日安化降雨 242.2 mm,沅陵 203.5mm,桃江 154.1mm,15 日怀化降雨 161.5mm,麻阳 158.6mm,23~24 日湘北常德、岳阳、益阳部分县市连日发生暴雨、大暴雨或特大暴雨。

7 月下旬特别是 21~24 日鄂东沿江 9 个县市和湘西北部分县市也连续出现暴雨、大暴雨或特大暴雨(表 2)。1998 年 7 月下旬旬降水量长江中游湖北、湖南、江西三省多站破历史同期记录(表 3)。

表 2 7 月下旬鄂东和湘西北部分县市暴雨、大暴雨或特大暴雨实况(20 时~20 时)(单位:mm)

| 时间 | 7 月 21 日 | 7 月 22 日 | 7 月 23 日 | 7 月 24 日 |
|----|----------|----------|----------|----------|
| 汉口 | 286      | 172      |          |          |
| 黄石 | 139      | 360      |          |          |
| 大冶 | 97       | 251      | 116      |          |
| 来凤 | 218      | 123      |          |          |
| 桑植 |          | 183      | 180      |          |
| 石门 |          | 84       | 149      | 100      |
| 溆浦 | 146      | 111      |          |          |

表 3 1998 年 7 月下旬降水量与历史同期最大值比较(单位:mm)

| 站名      | 1998 年 7 月下旬降水量 | 历史最大值及年份  | 常年平均降水量 |
|---------|-----------------|-----------|---------|
| 湖北省: 武汉 | 567             | 314(1954) | 35      |
| 黄石      | 789             | 501(1969) | 41      |
| 监利      | 291             | 205(1964) | 37      |
| 崇阳      | 448             | 143(1993) | 47      |
| 湖南省: 岳阳 | 282             | 183(1987) | 30      |
| 桑植      | 462             | 391(1993) | 46      |
| 常德      | 270             | 162(1954) | 41      |
| 芷江      | 158             | 156(1956) | 43      |
| 江西省: 南昌 | 396             | 140(1954) | 26      |
| 婺源      | 911             | 230(1993) | 57      |
| 铜鼓      | 624             | 176(1981) | 49      |
| 修水      | 448             | 198(1964) | 41      |
| 景德镇     | 298             | 198(1954) | 37      |
| 九江      | 272             | 142(1972) | 32      |

### 3.2 暴雨覆盖范围大,部分地区反复遭暴雨袭击

6~8 月长江中游有近 200 个县市反复遭受暴雨袭击,近 60 个县市多次出现大于 100mm 的降水,从图 1 可看出,长江中游 6~8 月总降水量大于 500mm 的地区主要集中在 27~32°N,跨 5 个纬距,可见覆盖范围之大。强降水中心主要在 28~30.5°N,这也是 6 月下旬和 7 月下旬降水集中的雨带位置。强降雨反复停留在湘赣北部和鄂南,造成这些地区灾上加灾,水位同时猛涨,难以下泄,高水位维持时间长。

## 4 1998年与1954年的比较

图4为长江中游部分台站1998年与1954年6~8月降水量的比较,1998年长江中游夏季(6~8月)降水总量没有1954年多,多雨区域主要集中在沿江江南,覆盖范围比1954年要小,但赣东北部和湘、鄂等省市的局部降水量则比1954年要大。江南中北部地区6月雨量与1954年接近,7月下旬长江中游地区特大暴雨时空集中程度及强度比1954年同期大。1954年梅雨期长达60天,持续多雨,分布较均匀。1998年为两段梅雨,中间有间歇,降水集中强度大。如1998年汉口梅雨量主要集中在二度梅(7月16日至8月4日)期间,总雨量640mm,占主汛期总雨量的59%,而1954年6、7月汉口站降水分别为471和568mm。

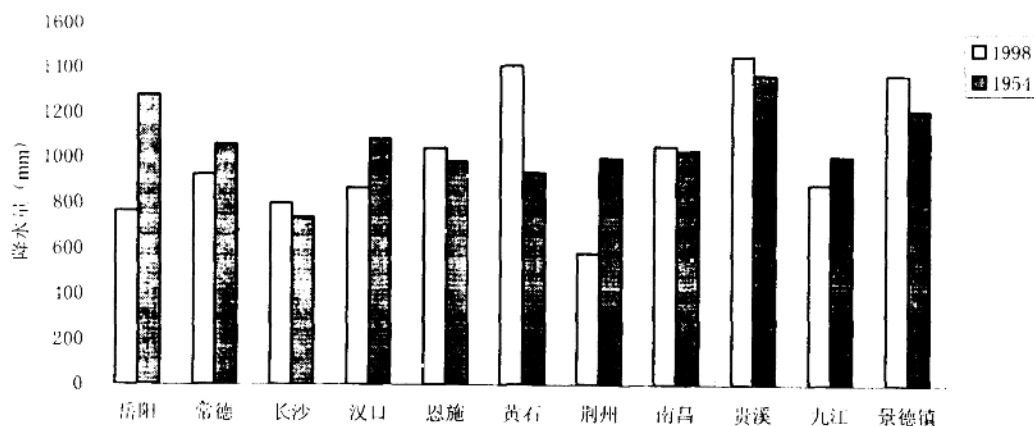


图4 长江中游部分台站1998年与1954年6~8月降水量的比较

## 5 1998年特大洪涝致灾的直接原因分析

### 5.1 1997年冬季和1998年初春降水丰沛,江河湖库底水高,出现罕见的冬春汛

1997年冬季和1998年初春,长江中游大部地区降水异常偏多,秋末至初春持续阴雨(雪)天气,一些地区还降了暴雨。1997年11月中旬至1998年3月上旬长江中游大部地区200~600mm,其中赣中北部、湘东北部、鄂东南南部600~900mm,江西的贵溪和上饶分别为1117和1147mm,与常年同期相比,一般偏多8成至1.5倍,江西中部和东部地区偏多2倍左右。不少台站为近40年来同期降水量的最大值(表4)。持续降水使长江中游冬春季各干流主要控制站水位、流量均超过历史同期,1月份长江监利以下江段均为有记录以来最高水位,汉口站18.88m,比历史最高水位高0.29m,出现罕见的冬汛;3月上旬湘、赣和鄂东南出现大范围的大到暴雨,洞庭湖四水和鄱阳湖的赣江、抚河、信江等相继发生洪水,长江监利以下河段水位急剧上涨,10天涨幅达2.94m和4.74m,3月16日汉口站水位达21.23m,比历史同期最高水位还高0.63m,为1865年有记录以来(133年)同期最高值,实属历史罕见。长江中游春汛因此而

提前约 20~30 天。4、5 月份长江中游的降水总量大部接近常年,但多突发性的强降水和对流性天气过程,暴雨日数较常年同期偏多,部分地区出现了分散性的洪涝灾害,同时江河湖库水位较高,土层含水量多的局面一直维持。

表 4 1997 年 11 月中旬至 1998 年 3 月上旬长江中游部分站点降水量与历史同期最大值比较(单位:mm)

| 站名     | 1997 年 11 月中旬至<br>1998 年 3 月上旬降水量 | 历史最大值及年份  | 平均值 |
|--------|-----------------------------------|-----------|-----|
| 江西省:南昌 | 937                               | 586(1952) | 282 |
| 九江     | 683                               | 492(1952) | 267 |
| 景德镇    | 880                               | 547(1973) | 326 |
| 贵溪     | 1117                              | 576(1959) | 357 |
| 上饶     | 1147                              | 552(1959) | 351 |
| 南城     | 986                               | 551(1983) | 317 |
| 宜春     | 948                               | 456(1964) | 326 |
| 吉安     | 864                               | 465(1995) | 273 |
| 湖南省:长沙 | 709                               | 503(1985) | 280 |
| 岳阳     | 569                               | 405(1959) | 234 |
| 衡阳     | 699                               | 533(1985) | 293 |
| 湖北省:武汉 | 305                               | 317(1994) | 181 |

## 5.2 夏季沿江、江南降水异常偏多,持续时间长,暴雨集中强度大

从图 1 可看出,夏季(6~8 月)沿江、江南降水多、大多为 850~1400mm,赣东北有 5 站超过 1500mm,婺源为 1779mm,与历史同期相比,大部偏多 7 成至 1.5 倍,局部偏多 2 倍多,赣东北、鄂西南、鄂东南沿江和湘北局部县市降水总量创建以来同期最高记录。特别是二段降水集中期内,降水量和降水范围异常集中,强降水持续时间长,暴雨、大暴雨、特大暴雨在一地交替连续发生,多站 1 小时、6 小时、24 小时、48 小时暴雨强度均打破有记录以来历史极值,部分台站日暴雨强度为 100 年以上一遇。前面的雨情分析已对此进行了详细分析,这里不再赘述。

## 5.3 长江中、上游暴雨天气轮流反复交替,上压下顶出现恶劣组合洪水

1998 年汛期长江流域发生的继 1954 年以来的又一次全流域性洪水,其洪水水量之大、洪水水位特高、高水位历时长、洪水遭遇之恶劣是由长江中上游暴雨天气轮流反复交替造成的。6 月中旬到 7 月上旬,除前述的 6 月下旬湘赣中北部和鄂南是一个多雨中心外,6 月下旬到 7 月上旬长江上游也是另一个多雨中心,6 月 28 日至 7 月 3 日,川西南西昌、会理、重庆、三峡区间及湖北清江流域大部降水 100~200mm,局部 200~300mm,7 月 4~8 日四川岷沱江和嘉陵江上游出现暴雨、大暴雨,降水量一般为 100~200mm,造成宜昌以下江段全线突破警戒水位,部分江段超过保证水位或历史最高水位;7 月中下旬,川、黔、湘、赣再次发生大暴雨,局部特大暴雨,洞庭湖澧水、沅水和鄱阳湖水系相继发生大洪水或特大洪水,长江上游来水和长江中游 7 月下旬的强降雨叠加,出现了 1954 年以来最为恶劣的组合洪水(即今年长江第四次洪峰),外洪内涝,加剧了日益严峻的防洪形势,8 月 4 日沙市水位达 44.95m,大大超过 44.67m 的保证水位,荆江大堤告急,荆江分洪区间的 33 万居民转移。

8 月上旬前期中游梅雨结束,上游的湖北清江流域,四川、重庆的嘉陵江、岷沱江、乌江、金沙江流域及汉江下游地区降雨仍很频繁,多次出现区域性暴雨天气,四川雨日不断(17 天以上),且强度大。8 月上旬降雨中心在湖北清江流域、三峡区间及乌江流域,降雨量比常年偏多 2

倍。8月中旬多雨中心位于陕南(汉江下游)、三峡区间、川东北嘉陵江流域,降水量比常年多1倍以上,8月下旬降水中心在岷沱江中游和嘉陵江上游。8月份长江上游的广元、遂宁、乐山、南充、资阳、内江、巴中、重庆、万县等地区的部分县市比历史同期偏多1~2.6倍。在长江中游接近或超过历史最高水位的基础上,又接连形成了一次高过一次的第五、六、七、八次洪峰,尤其是第六次洪峰,致使荆江全线超过历史最高水位,8月17日洪峰过沙市时水位为45.22m,超历史最高水位0.55m。同时858 km流程的汉江也发生了有水文记录134年以来最大的洪水。防洪形势最为严峻的监利、洪湖、石首段超历史最高记录,不少堤段依靠抢筑的子堤挡水,险情不断。

## 6 结论

(1) 1998年主汛期(6~8月)长江中游沿江江南地区两段异常集中高强度的降水是发生严重洪涝的主要致灾因子。

(2) 1998年主汛期(6~8月)暴雨过程频繁,暴雨集中,强度大,多站1小时、6小时、24小时、48小时暴雨强度均打破有记录以来历史极值,部分台站日暴雨强度为100年以上一遇。

(3) 1997年冬季和1998年春季长江中游降水多,江河湖库底水高,是汛期发生洪涝的潜在因子。

(4) 长江中上游主汛期暴雨天气轮流反复交替,使1998年发生了继1954年以来又一次全流域大洪水,并且洪水量大,洪水水位特高,高水位历时长,洪水遭遇恶劣。

## 参考文献

- 1 中国气象局国家气候中心. '98中国大洪水与气候异常. 北京:气象出版社,1998

# ANALYSIS ON CHARACTERISTICS OF THE STORM AND FLOOD IN THE MIDDLE REACHES OF THE YANGTZE RIVER IN 1998

Zhu Zhengyi (朱正义), Liu Min (刘敏), Zhou Yuehua (周月华) and Xiong Anyuan (熊安元)

(Hubei Meteorological Bureau, Wuhan 430074)

## Abstract

Using the precipitation data of Hubei, Hunan and Jiangxi Provinces in the middle reaches of the Yangtze River from November 1997 to August 1998, the state of the rainfall and the flood, the characteristics of the rain storm and flood and the reason of the formation of the severe flood and waterlogging are analysed.

**Key words:** the middle reaches of the Yangtze River, rain storm and flood, characteristics

# 湖北省四季旱涝的统计特征<sup>①</sup>

陈淑明 高贤来

(武汉中心气象台, 武汉 430074)

## 摘 要

本文根据 1961~1995 年湖北省 74 个气象台站四季降水量资料, 采用服从 Person III 型分布的旱涝 Z 指数, 计算历年各季 Z 值, 并确定其等级和旱涝类型。在此基础上, 分析揭示了湖北省四季旱涝分布特征。

**关键词:** 湖北省 Z 指数法 旱涝特征

## 1 引 言

旱涝灾害由于对经济发展和人民生命财产造成的影响巨大而倍受到社会的关注。国内在旱涝灾害的分布、成因和变化规律方面已有较多的研究<sup>[1~4]</sup>。这些研究成果应用到省域范围则略显不足, 文献[1, 2]提供的旱涝分布图和旱涝等级资料中, 湖北省仅有 3~4 个代表站, 另外一些研究也多是在此基础上进行的。因此, 较难详细反映湖北省旱涝分布状况。湖北省位于典型的亚热带季风区内, 季风活动异常造成的旱涝已成为湖北省的重要气候特征。本文使用 35 年 74 个气象台站的降水资料, 以季为时间尺度, 采用服从 Person III 型分布的旱涝 Z 指数, 来揭示本省四季的旱涝特征, 这对季度短期气候预测是一项不可缺少的工作。结果表明, 本文提供的旱涝灾害背景分析是比较客观的, 与其它研究也具有可比性, 如 1972、1966、1978 年的夏季大旱, 1980、1969、1983 年的夏季大涝都是相同的。但本项工作所得出的旱涝范围和程度则更加确切。

## 2 方法

研究旱涝指标的方法<sup>[5]</sup>很多, 较常见的是用降水距平或距平百分率、标准差、降水指数等方法, 并划分为旱、偏旱、正常、偏涝、涝等气候状况。由于我国季、月降水量通常不服从正态分布<sup>[6]</sup>, 而服从 Person III 型分布<sup>[7]</sup>, 通过对降水量  $x$  进行正态化处理后, 则可将其概率密度函数, 通过转换运算, 得到

$$Z_i = \frac{6}{C_i} \left( \frac{C_i}{2} \varphi + 1 \right)^{1/3} - \frac{6}{C_i} + \frac{C_i}{6} \quad (1)$$

式中,  $C_i$  为偏态系数;  $\varphi$  为标准变量。  $C_i$  和  $\varphi$  可由降水量资料序列计算求得:

<sup>①</sup> 初稿时间: 1999 年 7 月 28 日; 修改稿时间: 1999 年 10 月 8 日。

$$C_s = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^3}{n\sigma^3}$$

$$\varphi = \frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$$

其中,  $\bar{x}$  为累年平均值;  $\sigma$  为标准差。

采用上式求得各站四季(冬季为12、1、2月,春季为3、4、5月,夏季为6、7、8月,秋季为9、10、11月)的 $Z$ 值,再按表1指标确定各季旱涝等级和类型。统计结果表明,极旱和极涝发生的次数较少,由于影响较大的是极旱、极涝、大旱、大涝四种类型,故将极旱和大旱( $Z$ 值等级7和6)、极涝和大涝( $Z$ 值等级1和2)合并统计,称为旱和涝,这样既便于分析,也较适宜短期气候预测实际应用。

表1  $Z$ 指数旱涝等级

| 累积频率                    | $Z$ 值范围                    | 等级 | 类型 |
|-------------------------|----------------------------|----|----|
| $P(x) \geq 95\%$        | $Z > 1.645$                | 1  | 极涝 |
| $85\% < P(x) \leq 95\%$ | $1.037 < Z \leq 1.645$     | 2  | 大涝 |
| $70\% < P(x) \leq 85\%$ | $0.842 < Z \leq 1.037$     | 3  | 偏涝 |
| $30\% < P(x) \leq 75\%$ | $-0.842 \leq Z \leq 0.842$ | 4  | 正常 |
| $15\% < P(x) \leq 30\%$ | $-1.037 \leq Z < -0.842$   | 5  | 偏旱 |
| $5\% < P(x) \leq 15\%$  | $-1.645 \leq Z < -1.037$   | 6  | 大旱 |
| $P(x) \leq 5\%$         | $Z < -1.645$               | 7  | 极旱 |

### 3 旱涝年代变化

表2统计了1961~1995年的35年间湖北省四季出现的旱涝站季及频率。从表中可见,这35年中四季出现的旱涝站季大体相当,其出现频率在15%左右。60年代旱站季多于涝站季,尤以冬夏两季旱为多,其出现频率分别达到24%和19%。春夏涝多于秋冬涝,春夏涝出现的频率为17%。70年代出现的旱涝站季较为接近,且与60年代相比都为减少,旱站季减少更为明显。但夏旱和春涝出现站季增加较多,出现频率都达20%以上。80年代出现的总的旱站季又略有减少。与70年代相比,春冬旱站季增多近1倍,夏秋旱站季相反减少了60%。春涝站季显著减少,夏秋冬涝站季都为增多,冬涝站季增加了近4倍。进入90年代以后,旱涝出现的频率与80年代相差不多,但不同季节差异变得更大。夏冬两季出现旱的频率降到4%左右,而秋旱的频率突升到35%。相反,秋涝的频率仅为3.8%,冬涝的频率达到29%。

表2 1961~1995年湖北省旱涝站季及频率(%)统计

| 年代        | 旱    |      |      |      |      | 涝    |      |      |      |      |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|           | 春    | 夏    | 秋    | 冬    | 合计   | 春    | 夏    | 秋    | 冬    | 合计   |
|           | 站季频率 | 站季频率 | 站季频率 | 站季频率 | 站季频率 | 站季频率 | 站季频率 | 站季频率 | 站季频率 | 站季频率 |
| 1961~1970 | 118  | 16   | 140  | 19   | 114  | 15   | 176  | 24   | 548  |      |
| 1971~1980 | 66   | 9    | 181  | 24   | 79   | 11   | 95   | 13   | 421  |      |
| 1981~1990 | 165  | 22   | 59   | 8    | 43   | 6    | 141  | 19   | 408  |      |
| 1991~1995 | 54   | 15   | 17   | 5    | 130  | 35   | 13   | 4    | 214  |      |
| 合计        | 403  | 397  | 366  | 425  | 1591 | 15   | 402  | 393  | 379  | 1534 |

## 4 旱涝的空间分布

用旱涝频率分布图来反映湖北省四季旱涝的空间分布特征。图 1 为湖北省四季旱频率分布图,图 2 为四季涝频率分布图。1961~1995 年间全省出现涝站季 1534 个、旱站季 1591 个,平均发生频率为 14.8% 和 15.4%,故以 15% 的等频率线为界限,把频率大于 15% 的区域称为多旱或多涝区,把频率小于 15% 的区域称为少旱或少涝区。

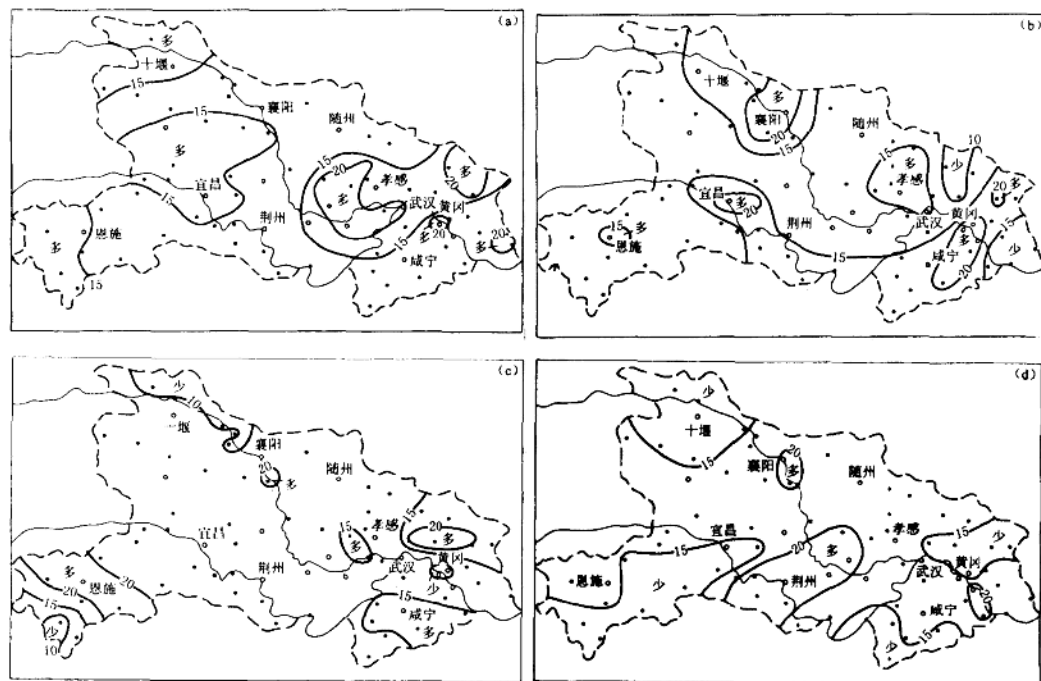


图 1 湖北省四季旱频率分布

(a. 春季; b. 夏季; c. 秋季; d. 冬季)

春季有两个范围较大的多旱区:鄂东北及江汉平原的东部、鄂西北南部及三峡地区。鄂西北的西北部和鄂西南的西南部旱区范围较小。夏季,鄂东大部及嘉鱼至秭归沿江地区、鄂西北的东部为多旱区。秋季,鄂东北、鄂东南、鄂西南各有局部为多旱区域。冬季是四季干旱频率最高的季节,全省大部分地区的旱频率都在 15% 以上,干旱中心区在江汉平原。

春季,包括江汉平原和鄂北岗地的广大区域为少涝区,鄂东多涝与少涝区呈南北向带状相间分布,鄂西多涝与少涝区呈西北东南向带状相间分布。夏涝集中出现在湖北省 111.5~115°E 范围内,整个鄂西山区为少涝区。秋季和冬季多涝区域范围都很小,秋季鄂西南及江汉平原南部为多涝区。冬季仅鄂东南及鄂东北局部为多涝区。

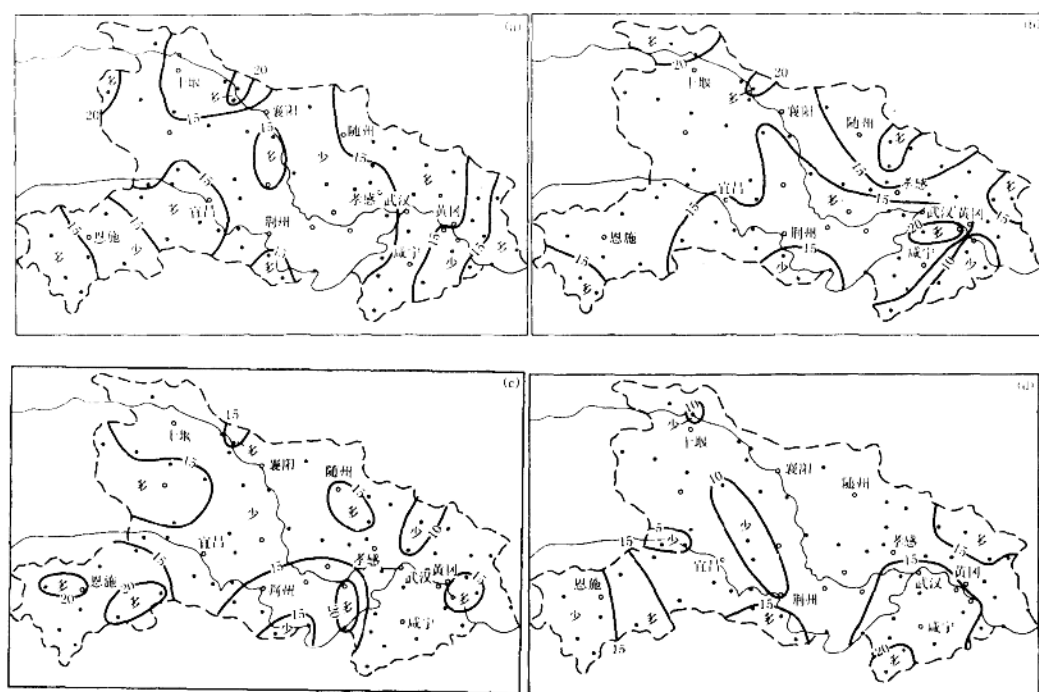


图2 湖北省四季涝频率分布

(a. 春季; b. 夏季; c. 秋季; d. 冬季)

## 5 旱涝事件

由于旱涝的发生在时间和空间上具有相对集中的特点,1961~1995年湖北省出现了影响范围不同的旱涝灾害。我们将影响范围在20个台站以上的四季旱涝年份列于表3和表4。除1962、1975、1987、1988年没有发生20个台站以上范围的旱涝外,其余年份均有20个台站以上大范围的旱涝灾害发生。如1983年,秋涝达70个台站,夏涝达53个台站,冬旱达49个台站。又如1972年,夏旱、秋涝均达50多个台站;1991年四季均有大范围的旱涝灾害发生,春涝达22个台站,夏、冬涝有30多个台站,秋季有63个台站出现干旱。

表3 1961~1995年湖北省四季干旱年份及站数

| 春    |    | 夏    |    | 秋    |    | 冬    |    |
|------|----|------|----|------|----|------|----|
| 年份   | 站数 | 年份   | 站数 | 年份   | 站数 | 年份   | 站数 |
| 1965 | 50 | 1972 | 59 | 1991 | 63 | 1968 | 63 |
| 1984 | 45 | 1966 | 55 | 1992 | 38 | 1963 | 49 |
| 1986 | 41 | 1978 | 36 | 1979 | 35 | 1983 | 49 |
| 1981 | 33 | 1976 | 33 | 1966 | 34 | 1961 | 45 |
| 1994 | 27 | 1974 | 30 | 1969 | 33 | 1979 | 43 |
| 1971 | 26 | 1961 | 25 | 1963 | 28 | 1984 | 38 |
|      |    | 1985 | 24 | 1995 | 25 | 1977 | 37 |
|      |    |      |    |      |    | 1986 | 37 |