

江苏省太湖流域梅雨与台风遭遇规律研究

陈柏丽^{1,3}, 陈少颖¹, 胡庆芳², 赵静², 吴苏舒¹

(1. 江苏省水利科学研究院, 江苏 南京 210017;
2. 南京水利科学研究院水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏 南京 210029;
3. 河海大学水文水资源学院, 江苏 南京 210098)

摘要: 梅雨和台风是导致江苏省太湖地区洪涝灾害的主要气象原因, 研究两者的遭遇规律对流域防洪排涝及水资源调度具有重要的意义。基于1954~2017年梅雨与台风的同步资料, 研究两者的历年变化特征、影响时间、台风路径、雨量等, 并统计分析64 a梅雨与台风遭遇的可能事件。结果表明: 研究期内梅雨期长度及梅雨量年际分布不均, 整体呈上升趋势, 多年平均梅雨期长度和梅雨量分别为22.8 d和225.8 mm; 百年一遇梅雨量为660.8 mm, 50年一遇梅雨量为590.7 mm; 梅雨遭遇的台风共有34场, 遭遇的概率为14.1%, 其中6场为“入梅”遭遇, 20场为“正面”遭遇, 8场为“出梅”遭遇。

关键词: 江苏省; 太湖流域; 梅雨; 台风

中图分类号: TV125 文献标识码: B 文章编号: 1007-7839(2019)02-0011-04

Study on the regularity of Meiyu and Typhoon in Taihu Lake Basin of Jiangsu Province

CHEN Baili^{1, 3}, CHEN Shaoying¹, HU Qingfang², ZHAO Jing², WU Sushu¹

(1. *Jiangsu Institute of Water Resources and Hydropower Research, Nanjing 210017, Jiangsu;*
2. *Hydrology and Water Resources and Hydraulic Engineering State key Laboratory of Nanjing Hydraulic Research Institute science, Nanjing 210029, Jiangsu;*
3. *College of Hydrology and Water Resources, Hohai University, Nanjing 210098, Jiangsu*)

Abstract: Meiyu and typhoon are the main meteorological causes of flood disasters in Taihu Lake area of Jiangsu Province. It is of great significance to study the encounter regularity of them for flood control and drainage and water resources dispatch in the basin. Based on the synchronous data of Meiyu and typhoon from 1954 to 2017, the characteristics of their changes over the years, influencing time, typhoon track and rainfall were studied, and the possible events of Meiyu and typhoon in 64 years were analyzed. The results showed that the length of Meiyu period and the annual distribution of Meiyu amount were uneven, and the overall trend was upward. The average length of Meiyu period were 22.8 days and Meiyu amount were 225.8 mm, respectively; the once-in-a-century Meiyu amount was 660.8 mm, and the once-in-50 Meiyu amount was 590.7 mm; there were 34 typhoons encountered by Meiyu with a probability of 14.1%, of which 6 were Meiyu encounters and 20 were positive encounters, 8 encounters for out of plum.

Key words: Jiangsu Province; Taihu Lake Basin; Meiyu; Typhoon

收稿日期: 2018-10-19

基金项目: 江苏省水利科技项目: 江苏省太湖流域致灾性降雨遭遇及其防洪影响研究(2017022); 地表关键水文特征参数定量获取技术及其水文应用(2017038)。

作者简介: 陈柏丽(1993—), 女, 硕士研究生, 研究方向为水资源与水环境。

0 引言

梅雨和台风是影响江苏省太湖流域最主要的两种气象现象。其中,梅雨具有长历时、广范围、强降雨等特点,容易形成大范围连续性降雨。台风发生时往往会导致集中性高、冲击力强的降雨,而当梅雨和台风遭遇时可能会带来威胁流域防洪安全的大洪水。因此,加强对梅雨和台风遭遇规律研究对流域防洪排涝及水资源调度均具有重要的现实意义^[1-2]。

目前,关于梅雨和台风的规律研究主要集中在二者的时空演变规律及天气成因等方面,并取得了一定的成果^[3-7]。但很少有关于二者遭遇的可能性及其影响方面的研究,且大部分都是采用定性法进行分析^[8-11]。陈永林等^[12]通过对1996年及1999年上海梅雨资料的分析,指出江淮地区梅雨和台风遭遇可分为3种情况:一是由于台风运动导致副高脊线由低纬向高纬移动时梅雨期开始,称为“开梅”遭遇;二是“正面”遭遇,即台风在梅雨期内发生,但并未造成梅雨锋面改变;三是台风活动造成副高脊线由江淮向高纬移动和梅雨锋水汽输送中断,加快梅雨期结束,称为“出梅”遭遇。胡四一等^[13]基于太湖流域1954~2009年的梅雨和台风同步资料,利用Copula函数构建数学模型,得出了二者遭遇的概率表达式,并对结果的合理性进行了分析。基于前人的研究基础,根据长时间系列的梅雨、台风资料,梅雨和台风的历年变化特征并结合P-III曲线分析梅雨量的水文频率,综合考虑两者的影响时间、台风路径、雨量等多个方面,进一步统计分析1954~2017年梅雨与台风遭遇的可能事件,为流域防洪排涝工作提供理论依据。

1 研究区与方法

1.1 研究区概况

江苏省太湖流域地处长江以南、太湖之滨,位于长三角中心区域,行政范围包括苏州、无锡、常州市域全部、镇江市大部和南京市小部,总面积19399 km²,分别占太湖流域总面积的52.6%和江苏省土地总面积的19.1%^[14-15]。本研究中,1954~2009年的梅雨资料来源于太湖流域管理局,2010~2017年的梅雨资料来源于《太湖流域片水情年报》及《太湖流域片防汛防台年报》,1954~1980年

的台风数据来源于中国气象局上海台风研究所,1981~2009年的台风数据来源于《热带气旋年鉴》,2010~2017年的台风数据来源于中央气象台台风网。

1.2 研究方法

本研究的出入梅标准采用上海中心气象局所定的梅雨标准^[1]。所指的影响太湖流域的台风为穿越或影响太湖流域的热带气旋和热带低压,其主要依据如下^[2, 12]:(1)“正面穿越”台风:台风正面登陆浙江、江苏、上海或者登陆福建、广东等省后,台风中心穿越太湖流域;(2)“登陆影响”台风:台风登陆太湖流域邻省或登陆粤东沿海后,台风中心虽未穿越太湖流域,但台风中心距太湖流域在5个经纬度范围内并造成太湖流域降雨的台风;(3)“未登陆影响”台风:台风未登陆,但其中心进入距太湖流域海岸线10个经纬度范围内并造成太湖流域降雨的台风。太湖流域梅雨与台风的遭遇情形划分为“入梅”遭遇、“出梅”遭遇以及“正面”遭遇。本研究选择开始时间、结束时间和历时作为描述梅雨的具体指标,把台风“开始影响太湖流域的时间”(简称影响时间)作为刻画影响太湖流域台风的具体指标,据此对二者的遭遇问题进行探索性研究。首先,从1954~2017年共64 a的梅雨与台风同步资料中,综合考虑二者的影响时间、台风路径、雨量等多个方面,统计分析太湖流域梅雨与台风遭遇的可能事件。

2 梅雨统计特征

2.1 历年变化特征分析

通过统计太湖流域1954~2017年的入梅及出梅时间、梅期等参数,发现1954~2017年间,入梅时间最早为5月19日(1991年),最晚为7月7日(1982年),平均入梅时间为6月15日;出梅时间最早为6月13日(1961年),最晚为8月1日(1954年),平均出梅时间为7月8日。根据入梅时间早晚,有5 a属于早梅,占统计年数的9%,迟梅有3 a,占5.4%;根据梅期长短,长梅有25 a,占39%,短梅有6 a,占11%;空梅有3 a,1958年和1978年无梅雨,而1965年梅期仅为2 d。

进一步绘制了1954~2017年梅期长度、梅雨量变化情况,分别如图1、图2所示。

由图1可以直观地看出,太湖流域梅雨期长

度整体上起伏较大, 年际分布不均, 整体呈微弱的上升趋势。通过线性拟合得到公式: $y=0.0928x-161.4$, 由公式可知, 梅期长度以 0.09 d/a 的速率波动上升。太湖流域的多年平均梅雨期长度为 22.8 d , 梅期长度的最大值出现在 1954 年, 梅期长达 62 d , 造成了太湖流域严重的洪涝灾害。

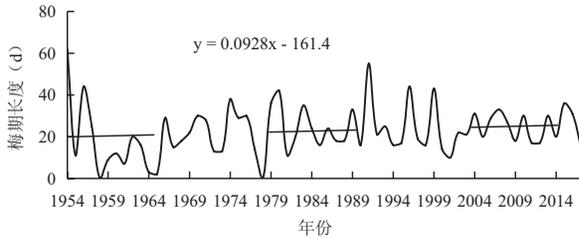


图 1 1954 ~ 2017 年江苏省太湖流域梅雨期长度变化曲线

由图 2 可以看出, 太湖流域梅雨量整体上起伏较大, 年际分布不均, 整体呈上升趋势。通过线性拟合得到公式: $y=1.0921x-1942.6$, 由公式可知, 梅雨量以 1.09 mm/a 的速率波动上升。根据太湖流域 64 a 的梅雨资料计算得到, 多年平均梅雨量为 225.8 mm , 出现了 1991 年 (645.0 mm), 1994 年 (589.5 mm), 1999 年 (681.0 mm), 2016 年 (641.1 mm) 的特大梅雨年份。

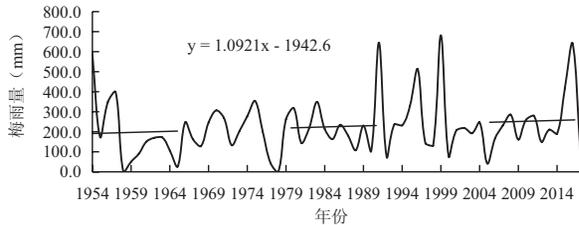


图 2 1954 ~ 2017 年江苏省太湖流域梅雨量变化曲线

2.2 频率分析

将 1954 ~ 2017 年江苏省太湖流域梅雨量由大到小进行排序 (剔除掉异常年份 1958、1965、1978 年), 计算长时间序列经验频率, 点绘到几率格纸上, 利用 P-III 曲线进行适线, 并调整参数。最终优化参数为: $EX=235.0$, $C_v=0.58$, $C_s=1.16$, 适线结果如图 3 所示。经过 P-III 曲线适线后得到理论频率的梅雨量, 设计梅雨量结果如表 1 所示。由表 1 可知, 百年一遇梅雨量为 660.8 mm , 50 年一遇梅雨量为 590.7 mm 。结合前文分析发现, 1999 年梅雨量为 681 mm , 超过了百年一遇设计梅雨量的标准; 另外, 1991 年 (645.0 mm) 和 2016 年 (641.1 mm) 的梅雨量也超过了 50 年一遇标准, 逼近百年一遇

的水平。

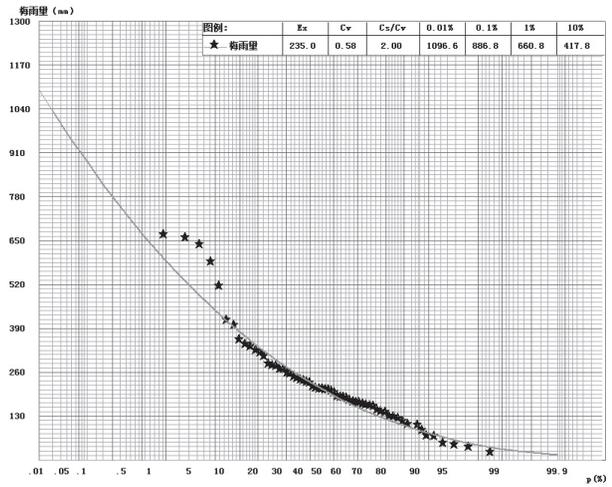


图 3 1954 ~ 2017 年江苏省太湖流域梅雨量 P-III 曲线适线结果

3 台风统计特征

3.1 频次分析

根据 1954 ~ 2017 年的台风资料, 考虑台风的发展移动过程 (包括正面穿越) 及影响半径, 结合太湖流域对应时程的降雨资料, 选择出 250 场影响太湖流域的台风。从 1954 ~ 2017 年, 影响太湖流域的台风多年平均值为 3.9 个, 即每年有近 4 场台风影响太湖流域, 最多年份为 1999 年 (8 个), 最少年份为 1968 年 (1 个)、1996 年 (1 个)。影响太湖流域的台风主要出现在 6 ~ 9 月, 占全部台风的 92%, 其中以 7 ~ 9 月居多, 占全部台风的 83%, 其他月份较少。影响太湖流域的台风最早出现在 4 月 (2003 年), 台风最晚会出现在 11 月 (1967 年)。

3.2 路径分析

经统计, 影响太湖流域的台风移动路径主要为 3 种: (1) 登陆消失: 西行或西北行登录我国, 然后在我国消失; (2) 登陆转向: 登陆太湖流域海岸线范围, 然后转向; (3) 西转向: 在东经 $120^\circ \sim 125^\circ$ 之间转向。表 2 为路径趋势统计表, 由表 2 可知, 影响太湖流域的台风主要有 3 种路径: 登陆消失、登陆转向及西转向, 共占影响太湖流域台风总数的 84.8%。

4 梅雨台风遭遇事件

1954 ~ 2017 年影响太湖流域的台风 (剔除

表 1 江苏省太湖流域设计梅雨量

重现期 (a)	1000	500	200	100	50	30	20	10
设计梅雨量 (mm)	886.8	817.8	729.3	660.8	590.7	535.1	494.4	417.8

表 2 1954 ~ 2017 年影响太湖流域的台风路径趋势统计

台风路径转向	登陆消失	登陆转向	西转向	其他	合计
次数 (次)	91	69	52	38	250
比例 (%)	36.4	27.6	20.8	15.2	100.0

1958、1965、1978 年太湖流域空梅年的 9 场台风) 共 241 场, 与梅雨遭遇的台风共有 34 场, 平均每年 0.56 场, 其中 6 场为“入梅”遭遇, 20 场为“正面”遭遇, 8 场为“出梅”遭遇。遭遇情形占影响太湖流域台风总数的 14.1%, 其中“入梅”遭遇概率为 2.5%, “正面”遭遇概率为 8.3%, “出梅”遭遇概率为 3.3%。具体结果见表 3。

表 3 1954 ~ 2017 年太湖流域梅雨台风遭遇统计

遭遇形式	“入梅”遭遇	“正面”遭遇	“出梅”遭遇	合计
场数 (场)	6	20	8	34
比例 (%)	2.5	8.3	3.3	14.1

不同量级梅雨年遭遇台风的概率有明显差异, 按照丰枯梅年的划分标准 (梅雨量大于常年 5 成以上的年份为丰梅年, 小于常年 5 成以上的年份为枯梅年), 在遭遇梅雨的 34 场台风中, 有 26 场是发生在正常梅雨年份 (即年梅雨量在 112.9 ~ 338.7 mm 之间), 占总数的 76.5%; 发生在枯梅年的有 3 场, 丰梅年的有 5 场, 共占 23.5%, 说明在正常梅雨年份发生遭遇台风的概率较高, 而当梅雨出现丰、枯异常时, 不易发生与台风遭遇的状况。

梅雨与台风的遭遇会增加梅雨期的降雨量。在梅雨与台风遭遇的 32 a 中, 年均梅雨量为 249.3 mm, 高于 1954 ~ 2017 年多年平均梅雨量 225.8 mm。在“正面”遭遇的 20 a 中, 共 16 a 的梅雨量超过多年平均值, 占“正面”遭遇总数的 80%, 其中, 1999 年梅雨超过了百年一遇梅雨量的标准, 1991 年梅雨量也超过了 50 年一遇标准, 逼近百年一遇的水平。

5 结论与建议

(1) 太湖流域梅雨期长度及梅雨量整体上起伏较大, 年际分布不均, 整体呈上升趋势。多年平

均梅雨期长度和梅雨量分别为 22.8 d 和 225.8 mm 由频率分析得出, 百年一遇梅雨量为 660.8 mm, 50 年一遇梅雨量为 590.7 mm。

(2) 影响太湖流域的台风共有 250 场, 多年平均值为 3.9 个, 即每年有近 4 场台风影响太湖流域, 最多年份为 1999 年 (8 个), 最少年份为 1968 年 (1 个)、1996 年 (1 个)。影响太湖流域的台风主要出现在

6 ~ 9 月, 占全部台风的 92%。影响太湖流域的台风主要有 3 种路径: 登陆消失、登陆转向及西转向, 共占影响太湖流域台风总数的 84%。

(3) 在影响太湖流域的台风中 (剔除 1958 1965、1978 年太湖流域空梅年的 9 场台风), 与梅雨遭遇的台风共有 34 场, 平均每年 0.56 场, 遭遇的概率为 14.1%, 其中 6 场为“入梅”遭遇, 20 场为“正面”遭遇, 8 场为“出梅”遭遇。同时发现, 在梅雨与台风遭遇的 32 a 中, 年均梅雨量为 249.3 mm, 高于 1954 ~ 2017 年多年平均梅雨量 225.8 mm。在“正面”遭遇的 20 a 中, 共 16 a 的梅雨量超过多年平均值, 占“正面”遭遇总数的 80%。

本研究主要从时间角度分析江苏省太湖流域梅雨和台风遭遇的可能性, 从研究结果来看, 一年内梅雨和台风遭遇的可能性相对较大, 并且二者遭遇事件的发生及后果具有很大的不确定性, 可能带来致灾性降雨。基于此, 建议在太湖流域防洪调度中, 要综合考虑梅雨和台风的动态, 充分挖掘气象预报信息, 当发现梅雨和台风可能遭遇的情况时要注意加强防洪排涝的应急措施。

(下转第 20 页)

（上接第 14 页）

参考文献:

- [1] 刘勇, 王银堂, 陈元芳, 等. 太湖流域梅雨时空演变规律研究[J]. 水文, 2011, 31(03):36-43.
- [2] 崔婷婷, 王银堂, 刘勇, 等. 影响太湖流域的台风演变规律分析[J]. 水文, 2012, 32(02):54-58.
- [3] Krishna R, Sugi M. Baiu Rainfall Variability and Associated Monsoon Teleconnections[J]. Journal of the Meteorological Society of Japan, 2001, 79(3):851-860.
- [4] Zhu T, Zhang D L. The impact of the storm-induced SST cooling on hurricane intensity[J]. Advances in Atmospheric Science, 2006, 23(1):14-22.
- [5] 李崇银, 顾薇, 潘静. 梅雨与北极涛动及平流层环流异常的关联[J]. 地球物理学报, 2008(06):1632-1641.
- [6] 玉芳. 台风频数变化特征及其统计分布[D]. 中国海洋大学, 2009.
- [7] 陈旭, 李栋梁. 新标准下江淮梅雨特征的分析[J]. 气象科学, 2016, 36(02):165-175.
- [8] 何诗秀, 傅秀琴. 梅雨和台风年际变化及其关系的研究[J]. 气象, 1992(03):8-12+18.
- [9] 任金声. 南海登陆热带气旋与江淮出梅[J]. 气象, 1993(03):25-28.
- [10] 孙彭龄. 浙江的梅雨和台风年际变化[J]. 浙江气象科技, 1999(03):20-23.
- [11] 朱哲, 钟中, 哈瑶. 江淮梅雨与梅雨期西北太平洋热带气旋的关系[J]. 气象科学, 2017, 37(04):522-528.
- [12] 陈永林, 曹晓岗. 热带气旋及相关天气系统对上海强梅雨的影响分析[J]. 热带气象学报, 2006(04):326-330.
- [13] 胡四一, 王宗志, 王银堂, 等. 太湖流域台风与梅雨遭遇概率分析[J]. 中国科学: 技术科学, 2011, 41(04):426-435.
- [14] 刘玉刚. 太湖水质时空变化及其对流域降雨增加响应的数值模拟[D]. 暨南大学, 2017.
- [15] 黄玉莹, 夏霆, 陈静, 等. 江苏省太湖流域河道外生态需水研究分析[J]. 人民珠江, 2016, 37(07):72-77.