

江苏省淮河流域水情急转规律及调度应用研究

高菲¹, 刘宏伟², 朱建英¹, 邵园园³, 黄元昊³, 杨惠⁴

(1. 江苏省防汛防旱指挥部办公室, 江苏 南京 210029; 2. 南京水利科学研究院, 江苏 南京 210029; 3. 江苏省秦淮河水利工程管理处, 江苏 南京 210000; 4. 苏州市水文水资源勘测局, 江苏 苏州 215000)

摘要: 基于洪泽湖 1959 ~ 2013 年、骆马湖 1965 ~ 2013 年逐日水位资料, 通过定义水情急转强度及临界水位变率, 分析淮河和沂沭泗水系水情急转现象(分旱涝急转和涝旱急转两种类型), 并结合多年调度实践, 开展两湖水情急转规律研究, 以期今后的淮河流域防汛防旱提供借鉴。

关键词: 淮河流域; 水情预报; 调度应用

中图分类号: [TV124] **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839(2018)10-0001-05

Study on the law of water regime change and its application in Huaihe River basin of Jiangsu Province

GAO Fei¹, LIU Hongwei², ZHU Jianying¹, SHAO Yuanyuan³, HUANG Yuanhao³, YANG Hui⁴

(1. Flood Control and Drought Relief Headquarter Office of Jiangsu Province, Nanjing 210029, Jiangsu; 2. Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, Jiangsu; 3. Management Division of Qinhuai River Hydraulic Engineering of Jiangsu Province, Nanjing 210000, Jiangsu; 4. Suzhou Hydrology and Water Resources Investigation Bureau of Jiangsu Province, Suzhou 215000, Jiangsu)

Abstract: Based on the daily water level data of Hongze Lake from 1959 to 2013, and Luoma Lake from 1965 to 2013, the rapid change of water situation in Huaihe and Yishu Surabaya system (two types of drought rapidly turn to waterlogging and waterlogging rapidly turn to droughts) was analyzed by defining the intensity of water situation and the critical water level, and combined with years of control practice, the study on the regularity of sudden change of lake water was carried out in order to provide reference for flood and drought control in Huaihe River basin in the future.

Key words: Huaihe River basin; regime prediction; scheduling application

1 概况

淮河流域介于长江和黄河流域之间, 地处东亚季风区, 降水时空分布不均, 年内、年际变化明显^[1]。江苏省内淮河流域面积 6.40 万 km², 分为淮河和沂沭泗两大水系。其中淮河水系 3.86 万 km², 洪水主要来自淮干上游、淮南山区和伏牛山区; 沂沭

泗水系 2.54 万 km², 洪水主要来自沂沭河、南四湖(包括泗河)和邳苍地区(即运河水系)。

受地理位置、下垫面条件和气候条件等多方面因素的影响, 淮河流域的干旱和洪涝灾害频繁。短期内遭遇干旱和洪涝灾害的急剧转变, 其灾害损失远远超过单一的干旱或者洪涝灾害。一旦遭遇水情急转(旱涝急转或涝旱急转), 对人民生活、

收稿日期: 2018-04-16

作者简介: 高菲(1984—), 女, 硕士, 主要从事水量调度、水文预报工作。

工农业生产及自然生态系统产生灾害性的影响^[2]。

因此,研究江苏省淮河流域水情急转事件的演变规律,对优化防汛防旱调度,降低水情急转灾害风险,实现水资源合理调配,缓解水资源供需矛盾,具有重要的实践意义。

2 基础资料和研究方法

2.1 基础资料

“水情急转”事件是干旱和洪涝两种水循环极值过程的极端组合情景。水情急转是季节内降水异常的典型代表,鉴于季节内降水异常所造成灾害的严重性,对该异常现象的研究也越来越受到关注。若流域前期降水持续偏少发生干旱,而后期环流调整导致流域爆发多场暴雨过程,则容易发生旱涝急转,反之易发生涝旱急转,二者统称水情急转。淮河流域降水年内及年际差异较大,是一个旱涝易发地区,加之地形作用,形成了淮河流域“无降水旱、有降水涝、强降水洪”的典型区域旱涝特征。

由于淮、沂沭泗两大水系洪水发源地不同,且淮河流域降水时空分布不均,因此两大水系存在丰枯不同步的情况^[3-4]。由此可见,淮河水系、沂沭泗水系水资源条件不同,存在水资源互调的水量条件。洪泽湖、骆马湖分别是两大水系中具有调蓄作用的大型湖泊,具有滞蓄洪水、调节水量的功能,对区域的防汛抗旱、水资源利用、生态用水等起到重要作用。两湖通过二河、中运河、徐洪河等河道联通,实现淮、沂沭泗水系的跨流域互济互调,既可“淮水北调、引淮济沂”,在沂水丰、淮水枯的年份,还可实现“沂水南调、引沂济淮”,使水资源得到合理的配置利用。

本研究根据洪泽湖1959~2013年、骆马湖1965~2013年逐日水位资料,开展两湖水情急转规律研究,以期为淮河流域的防汛防旱提供参考。

2.2 研究方法

为判断水情急转阶段,定义水情急转的识别指标如下:

(1) 连续15 d以上湖泊水位处于旱限水位以下视为干旱期,连续10 d以上湖泊水位处于汛限水位以上视为非旱期;

(2) 10 d以内由干旱期迅速转为非旱期可视为一次旱涝急转;

(3) 10 d以内由非旱期迅速转为干旱期可视为一次涝旱急转;

(4) 水情急转的强度 I 定义如下:

$$I = \frac{Z_1 - Z_2}{\Delta t} \quad (1)$$

式中: Z_1 为非旱期的平均水位, Z_2 为干旱期的平均水位, Δt 为水情急转的过渡期。

由式(1)可知,水情急转的强度 I 与急转前后的水位差成正比,与过渡时间 Δt 成反比,急转前后水位差越大,过渡时间越短,旱涝急转的强度就越大。对于过渡期稍大于10 d的情况,若水位变差较大,亦可视为一次水情急转,可用临界水位变率 I^* 由式(2)判别,即水情急转强度 I 大于临界水位变率 I^* 时,亦视为发生了水情急转。

$$I^* = \frac{Z_{\text{汛限}} - Z_{\text{旱限}}}{10} \quad (2)$$

式中: $Z_{\text{汛限}}$ 为汛限水位, $Z_{\text{旱限}}$ 为旱限水位。

3 结果与分析

(1) 由式(2)推算可知:洪泽湖临界水位变率 I^* 为7 cm/d,骆马湖为12 cm/d。按照水情急转识别标准挑选出了洪泽湖、骆马湖水情急转事件及其旱涝典型年份,详见表1~表3;洪泽湖、骆马湖水情急转典型年份展示如图1~图3,为清晰展示水情急转情况,将水位连续大于汛限水位或连续小于旱限水位时段内的逐日水位用该时段水位均值代替,得到图中“处理后逐日水位”。

(2) 发生总频次分析:统计年份中,旱涝急转发生的次数多于涝旱急转的次数;洪泽湖旱涝急转、涝旱急转均有发生;骆马湖发生过旱涝急转,没有发生过涝旱急转,这主要是因为当骆马湖蓄水不足时,可提前调度实施江淮水北调,补水入骆马湖。

(3) 发生频次分析:1959~2013年55年间,洪泽湖发生涝旱急转6次,约9年一次;旱涝急转17次,约3年一次。1965~2013年49年间,骆马湖发生旱涝急转14次,约3.5年一次,统计年份内没有发生涝旱急转。

(4) 发生时间分析:洪泽湖发生涝旱急转主要在6月中旬和下旬,旱涝急转主要在6月下旬、7月上旬和中旬;骆马湖发生旱涝急转主要在6月下旬、7月上旬和中旬,统计年份内没有发生涝旱急转。

表 1 洪泽湖涝旱急转统计分析

年份	非早期 起止时间	历时 (d)	平均水位 (m)	过渡天数 (d)	早期 起止时间	历时 (d)	平均水位 (m)	强度 I (cm/d)
1976	5月1日~6月11日	42	12.82	12	6月23日~7月15日	23	11.49	11.10
1988	1月1日~6月16日	168	12.91	15	7月1日~7月30日	30	11.45	9.77
1994	1月1日~6月19日	170	13.10	19	7月8日~9月11日	66	11.28	9.59
1997	1月1日~6月5日	156	13.24	14	6月19日~7月17日	29	11.34	13.64
2006	1月1日~6月11日	162	13.23	11	6月17日~7月1日	15	11.80	13.00
2010	1月1日~6月24日	175	13.28	6	6月29日~7月13日	15	11.80	24.67

表 2 洪泽湖旱涝急转统计分析

年份	非早期 起止时间	历时 (d)	平均水位 (m)	过渡天数 (d)	早期 起止时间	历时 (d)	平均水位 (m)	强度 I (cm/d)
1965	6月8日~7月4日	27	11.31	14	7月18日~8月30日	44	13.29	14.14
1967	1月1日~7月10日	191	10.76	10	7月20日~8月9日	21	12.61	18.50
1968	5月21日~7月7日	48	11.20	7	7月14日~9月24日	73	12.96	25.07
1969	6月23日~7月10日	18	11.65	6	7月16日~9月1日	48	12.74	18.10
1972	6月12日~6月27日	16	11.71	7	7月2日~10月1日	92	12.76	15.00
1974	7月7日~7月23日	17	11.73	7	7月30日~9月28日	61	12.79	15.19
1976	6月23日~7月15日	23	11.49	8	7月23日~12月31日	162	12.86	17.13
1979	1月1日~7月14日	195	11.26	4	7月18日~11月7日	113	12.88	40.53
1982	6月17日~7月18日	32	11.48	9	7月27日~10月10日	76	12.79	14.54
1992	6月13日~9月7日	87	11.15	9	9月16日~12月31日	107	13.18	22.53
1997	6月19日~7月17日	29	11.34	3	7月20日~8月15日	27	12.97	54.47
2000	4月28日~6月25日	59	11.55	4	6月29日~12月31日	186	13.33	44.70
2005	6月23日~7月8日	16	11.53	3	7月11日~12月31日	174	13.20	55.80
2006	6月17日~7月1日	15	11.80	2	7月3日~12月31日	182	12.98	59.00
2010	6月29日~7月13日	15	11.80	12	7月21日~8月14日	25	12.66	7.17
2011	6月12日~7月19日	38	11.51	10	7月29日~12月31日	156	13.30	17.92
2012	6月20日~7月5日	16	11.43	5	7月10日~7月24日	15	12.73	25.88

表3 骆马湖旱涝急转统计分析

年份	非早期 起止时间	历时 (d)	平均水位 (m)	过渡天数 (d)	早期 起止时间	历时 (d)	平均水位 (m)	强度 I (cm/d)
1972	6月18日~7月2日	15	21.28	7	7月9日~9月9日	63	22.51	17.57
1974	7月4日~7月19日	16	21.05	6	7月25日~8月21日	28	23.05	33.30
1977	6月4日~7月16日	43	20.40	12	7月28日~12月31日	157	22.82	20.19
1978	5月12日~8月11日	92	20.09	4	8月15日~12月31日	139	22.87	69.50
1982	5月4日~7月22日	80	20.30	6	7月28日~12月31日	157	22.72	40.33
1983	6月19日~7月21日	33	20.83	4	7月25日~8月6日	13	22.79	49.00
1984	6月23日~7月10日	18	20.98	4	7月14日~10月7日	86	22.53	38.75
1988	6月24日~7月18日	25	20.87	9	7月27日~8月14日	19	22.68	20.11
1993	6月16日~7月19日	34	20.67	15	8月3日~12月31日	151	23.12	16.33
1995	6月17日~7月11日	25	20.85	11	7月22日~12月31日	163	23.11	20.55
1996	6月15日~6月29日	15	21.28	6	7月3日~7月17日	15	22.50	20.33
2000	6月13日~7月13日	31	20.93	4	7月17日~8月7日	22	22.82	47.25
2007	6月14日~6月28日	15	21.30	10	7月3日~7月21日	19	22.68	13.80
2012	6月24日~7月8日	15	21.11	9	7月16日~7月27日	12	22.50	15.44

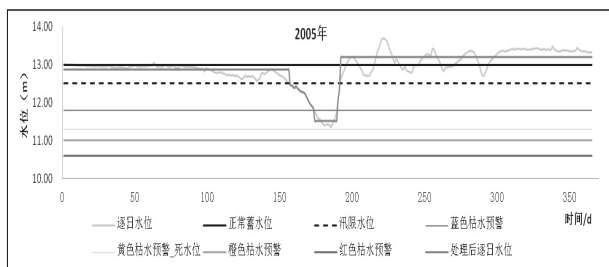


图1 洪泽湖旱涝急转典型年份示例

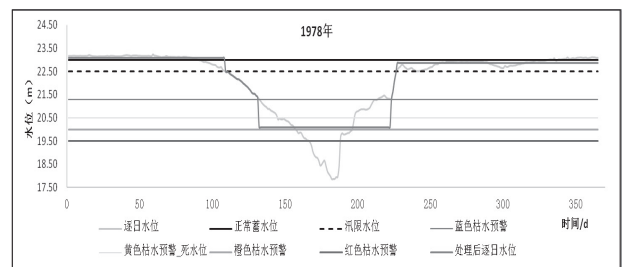


图3 骆马湖旱涝急转典型年份示例

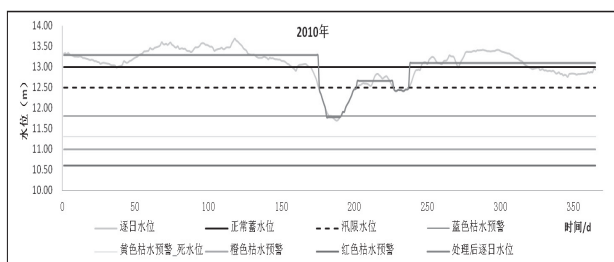


图2 洪泽湖涝旱急转典型年份示例

4 调度实例

目前,江苏省淮河、沂沭泗河水系尚未制定水资源调度方案,调度启用条件、调度能力、保障措施、措施风险等仍不明确,因此研究淮沂水系水资源联合调度实例,对于充分利用淮沂两大水系水资源、缓解淮河流域水资源供需矛盾、提高

流域抗旱减灾能力具有现实意义, 亦为淮沂两大水系水资源科学调度提供依据。

4.1 淮水北调(引淮济沂)

江苏省淮北地区属水源紧缺地区, 易出现干旱。在淮水较丰而沂水较枯时, 洪泽湖以上来水可以通过两条线路补给骆马湖: 一是由洪泽湖经中运河、徐洪河多梯级翻水解决沿线用水, 并可补水入骆马湖; 二是从二河闸经淮沭新河自流入淮沭新河供水区, 解决宿迁、连云港市沿线用水。淮水北调为战胜江苏省淮北地区干旱、保障社会稳定发挥了重要作用。

4.2 沂水南调(引沂济淮)

在沂水较丰而淮水较枯, 不能满足其下游地区工农业用水时, 骆马湖以上来水可以通过两条线路补给洪泽湖: 一是通过中运河经皂河闸、宿迁闸、刘老涧闸、泗阳闸入二河, 再经二河闸倒灌入洪泽湖, 或补给淮阴闸以下的洪泽湖灌区灌溉; 二是通过徐洪河经刘集地涵上层闸门、废黄河北闸、沙集闸直接进入洪泽湖, 经洪泽湖调蓄后再调度给淮河下游地区用水。

在干旱年份, 往往发生淮沂沭泗诸河长期断流的情况, 致使抗旱水源紧缺, 但在抗旱后期, 有时会出现沂沭泗流域降雨来水而淮河干流仍然断流、洪泽湖蓄水严重不足的状况, 采取“沂水南调”措施, 可以充分利用骆马湖洪水资源, 通过中运河和徐洪河(1993 年建成)向蓄水不足的洪泽湖及其灌区供(补)水。历史上大旱的 1978、1994、2001 年曾实施“引沂济淮”, 有效地缓解了洪泽湖及其周边旱情, 入淮水量分别达 9 亿 m^3 、11.4 亿 m^3 、8.41 亿 m^3 。2013 年和 2017 年针对沂丰淮枯的水情, 为充分利用沂沭泗地区雨洪资源, 缓解洪泽湖水源不足的矛盾, 组织实施“引沂济淮”, 入淮水量分别达 6.8 亿 m^3 、8.2 亿 m^3 。多年调度实践表明, “引沂济淮”有效地缓解了淮河下

游地区水源不足的矛盾, 实现了洪水资源化, 同时确保了骆马湖下游地区的防洪安全。

5 结语

(1) 淮河流域降水年内及年际差异较大, 是一个旱涝易发地区, 加之地形作用, 形成了淮河流域“无降水旱, 有降水涝, 强降水洪”的典型区域旱涝特征。短期内遭遇干旱和洪涝灾害的急剧转变, 其灾害损失远远超过单一的干旱或者洪涝灾害。

(2) 淮沂两大水系水资源调度可通过洪泽湖、骆马湖这两个湖泊实现淮沂水量互调。当淮河水系(或沂沭泗水系)出现丰水, 而同期沂沭泗水系(或淮河水系)为枯水, 则可通过调水的方式, 将丰水区的部分水量调往枯水区, 减少丰水区的弃水, 缓解淮沂水系水资源供需矛盾, 实现其水资源合理配置利用。

(3) 1959 ~ 2013 年 55 年间, 洪泽湖发生涝旱急转 6 次, 约 9 年一次, 主要发生在 6 月中旬和下旬; 旱涝急转 17 次, 约 3 年一次, 主要发生在 6 月下旬、7 月上旬和中旬。

(4) 1965 ~ 2013 年 49 年间, 骆马湖发生旱涝急转 14 次, 约 3.5 年一次, 主要发生在 6 月下旬、7 月上旬和中旬, 统计年份内没有发生涝旱急转。

参考文献:

- [1] 王胜, 田红, 等. 淮河流域主汛期降水气候特征及“旱涝急转”现象[J]. 中国农业气象, 2009, 30(1): 31-34.
- [2] 张水锋, 张金池, 等. 基于径流分析的淮河流域汛期旱涝急转研究[J]. 湖泊科学, 2012, 24(5): 679-686.
- [3] 苑希民, 等. 洪泽湖与骆马湖水资源连通分析与调度耦合模型研究[J]. 水利水电技术, 2016(2): 9-14.
- [4] 程智, 徐敏, 等. 淮河流域旱涝急转气候特征研究[J]. 水文, 2012, 32(1): 73-78.