

溧阳市台风“烟花”期间水库调度分析

——以沙河、大溪水库为例

蒋 彤¹, 朱建铭¹, 陆 取¹, 毛学谦², 李 丹²

(1. 溧阳市水利局, 江苏 常州 213300; 2. 江苏省水文水资源勘测局常州分局, 江苏 常州 213022)

摘要:受台风“烟花”影响,2021年7月24日至28日,溧阳市普降大暴雨,局地特大暴雨,台风影响期间具有移动速度慢,滞留时间长,影响范围广等特点。台风带来的强降雨造成溧阳市境内主要水库及大部分河道均超警戒水位,以沙河、大溪2座大型水库为例,根据此次台风水文监测资料,分析了台风“烟花”影响期间暴雨特点、洪水特性,初步分析溧阳市台风期间水库调度工作,为今后台风影响期间的水库调度提供建议。

关键词:台风“烟花”;暴雨洪水;水库调度

中图分类号:TV697.1

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2022)04-0042-0005

Analysis of reservoir dispatching during Typhoon In-fa in Liyang City: taking Shahe Reservoir and Daxi Reservoir as an example

JANG Tong¹, ZHU Jianming¹, LU Qu¹, MAO Xueqian², LI Dan²

(1. Liyang Water Conservancy Bureau, Changzhou 213000, China;

2. Changzhou Hydrology and Water Resources Investigation Bureau of Jiangsu Province, Changzhou 213022, China)

Abstract: Affected by the Typhoon In-fa, from July 24th to 28th, 2021, there were rainstorms in Liyang City, and local heavy rainstorms. The Typhoon In-fa was characterized by slow moving speed, long retention time and wide influence. The heavy rainfall brought by the typhoon caused the main reservoirs and most of the rivers in Liyang City to exceed the warning water level. Taking Shahe Reservoir and Daxi Reservoir as an example, based on the hydrological monitoring data of this typhoon, this paper analyzes the rainstorm characteristics and flood characteristics during the impact period of the Typhoon In-fa, and makes a preliminary analysis of the flood control and dispatching work in Liyang City, so as to provide technical suggestions for reservoir dispatching work during the impact period of the typhoon.

Key words: Typhoon In-fa; rainstorms and floods; reservoir dispatching

2021年7月24日至28日,台风“烟花”大范围影响溧阳市,其中27日正面直击溧阳,台风中心横穿溧阳市南部。受台风强势影响,溧阳市普降大暴雨,局部特大暴雨,溧阳市境内各河道、水库、塘坝

水位均出现大幅上涨。本文基于台风期间降水、流量等水文实测资料及水库实际调度资料,开展了水库暴雨洪水分析,分析了沙河水库、大溪水库调度效益,为优化沙河水库、大溪水库的联合调度提供

收稿日期:2021-12-11

作者简介:蒋彤(1970—),男,工程师,主要从事水利工程管理工作。E-mail:124286078@qq.com

参考。

1 溧阳市及沙河、大溪水库概况

溧阳市位于太湖流域湖西部南溪河上游,总面积1 536.0 km²,境内山丘平圩兼有,受地理位置和自然条件影响,洪涝灾害发生频繁,历史上为洪水走廊。汛期,上有客水(郎溪、高淳)压境,下受太湖高水位顶托,加上排洪出路不畅,稍遇暴雨,河水涨速较快,遇流域性暴雨,河水位则居高不下;遇旱,水源紧缺,补水困难。全市先后建有大型水库2座、中型水库4座、蓄能电站2座、小型水库60座及114座水文测站,为溧阳市兴利、防洪发挥了巨大作用。

沙河水库位于溧阳市南部丘陵山区,于1958年动工兴建,1961年建成,集水面积为148.5 km²,设计洪水位为23.00 m(吴淞基面),校核洪水位为24.42 m(同上)。大溪水库位于溧阳市西南部低丘陵山区,位于沙河水库下游,始建于1958年,集水面积为90.0 km²,设计洪水位为15.48 m(黄海基面),校核洪水位为15.98 m(同上)。此外,沙河水库上游建有1座抽水蓄能电站,当沙河水库水位过高时,进行配合调度,蓄水分洪。沙河、大溪2座水库由沙溪引河相互连通,并通过沙溪引河上游的上珠岗闸实现2座水库的联合调度,沙河水库、大溪水库基本情况详见表1。

表1 沙河、大溪水库基本情况对比

水库	集水面积/ km ²	总库容/ 亿 m ³	兴利库容/ 亿 m ³	兴利水位/ m	设计洪水位/ m	校核洪水位/ m	汛限水位/ m	水位基面
沙河水库	148.5	1.086	0.4635	21.00	23.00	24.42	21.00	吴淞
大溪水库	90.0	1.128	0.6476	14.00	15.48	15.98	14.00	黄海

镇石坝水库)。

台风期间沙河、大溪水库流域暴雨情况详见表2。

表2 台风期间沙河、大溪水库最大点雨量站点统计

排名	地区	站名	最大点雨量/mm	所属流域
1	天目湖镇	石坝水库	421.0	太湖
2	天目湖镇	平桥站	417.0	太湖
3	天目湖镇	中田舍站	411.5	太湖
4	戴埠镇	六家田水库	393.5	太湖
5	天目湖镇	大树干水库	385.5	太湖

2.2 洪水分析

台风“烟花”带来的暴雨导致溧阳市境内河、

2 台风“烟花”对沙河、大溪水库的影响

2.1 台风特点

2021年第6号台风“烟花”(强台风级)7月18日2时在西北太平洋洋面上生成,于25日12时30分前后在浙江省舟山普陀沿海登陆,7月27日6时30分台风中心直击溧阳,9时30分左右台风中心转移至高淳境内,并停留了约10 h。溧阳市受台风“烟花”影响范围主要在区域的南部、西部的丘陵山区,也是沙河、大溪2座大型水库所属流域。台风“烟花”具有移动速度慢,滞留时间长,累计雨量大,影响范围广,降水强度大等特点^[1]。

台风“烟花”带来的降雨具有持续时间长,累积雨量大,时空分布不均等特点。溧阳境内降雨分布总趋势为由南向北逐渐减弱,全市特大暴雨站点42处,大暴雨站点41处,暴雨站点13处,大雨站点2处。溧阳全市累计面平均降水量为301.4 mm,全市总面积的18%约276.5 km²降水量大于300 mm,全市总面积的13%约199.7 km²降水量大于200 mm。降雨时段主要集中在7月27日1时至28日6时,该时段降水量占总降水量的72%,降雨持续达29 h。

受台风影响最为严重区域位于溧阳市西南部的沙河水库、大溪水库流域,台风期间该区域平均降雨量315.2 mm,最大点暴雨量421.0 mm(天目湖

湖、库等水位暴涨,特别是位于暴雨中心的沙河、大溪2座大型水库。台风来临前,2座水库水位均在汛限水位以下,7月24日23时大溪水库受沙河水库开启上珠岗闸预降水位的影响,大溪水库坝上水位开始缓涨。随着台风逐渐靠近溧阳,降雨加剧,7月27日4时30分沙河水库坝上水位大幅上升,蓄水量短时急聚增加,蓄水压力加大,27日11时沙河水库开启泄洪闸泄洪,14时大溪水库开启泄洪闸泄洪。

特别是台风中心穿过溧阳南部、西部丘陵山区后,移动至溧阳附近的高淳境内停留约10 h,仍持续对溧阳降雨产生影响,导致溧阳雨势未减反增。沙河、大溪2座水库水位持续上升,7月28日6时20分沙河水库坝上水位达到22.55 m,12时30分大溪水

库坝上水位达到14.30 m。随着台风北上,雨势减弱,沙河、大溪在达到最高水位后旋即开始下降,7月30日8时大溪水库坝上水位降至汛限水位,30日23时50分沙河水库坝上水位降至汛限水位。台风期间2座水库的水位与降雨过程对照详见图1、图2。

3 水库调度原则及方案

3.1 调度原则

发生设计洪水时,沙河水库、大溪水库根据《沙河、大溪水库联合调度方案专题研究报告》实施联

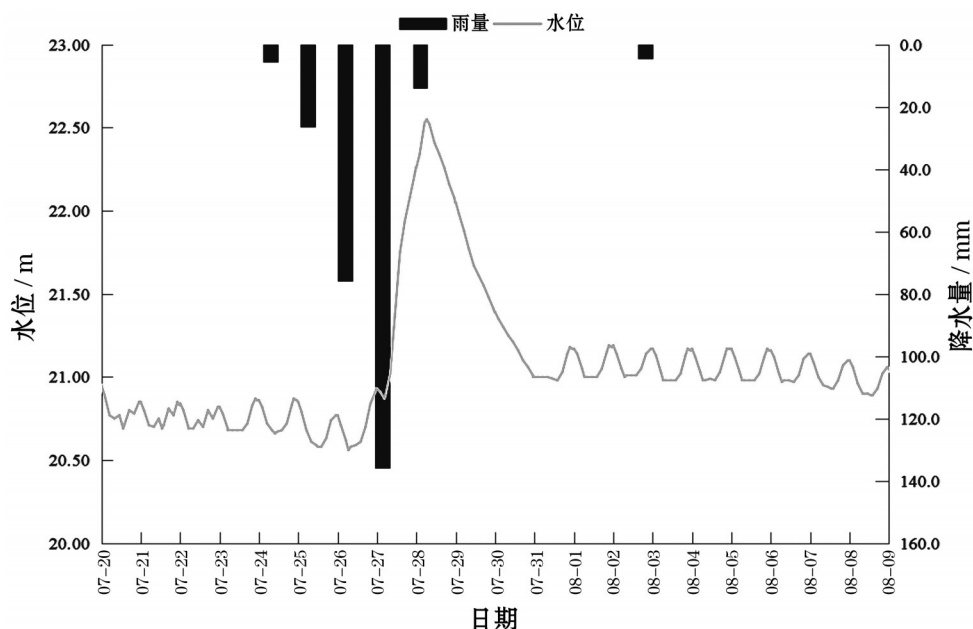


图1 沙河水库水位与降雨过程

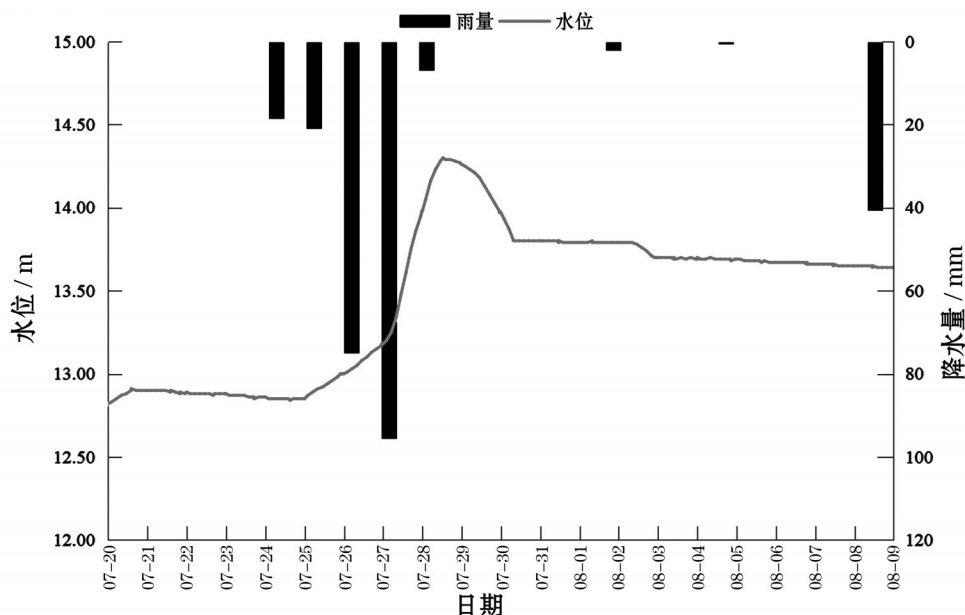


图2 大溪水库水位与降雨过程

合调度^[2-4],其主要调度原则为:

(1)当沙河水库水位高于21.00 m,且大溪水库水位低于14.00 m时,优先由上珠岗闸向大溪水库泄洪,控制泄量不超过100 m³/s。

(2)当沙河水库水位高于21.00 m、低于21.50 m,

且大溪水库水位高于14.00 m时,关闭上珠岗闸,主坝泄洪闸与泄洪隧洞控制总泄量不超过125.0 m³/s,其中泄洪隧洞控制泄量不超过30.0 m³/s。

(3)当沙河水库水位高于21.50 m、低于23.00 m,且大溪水库水位高于14.00 m时,主坝泄洪闸与泄

洪隧洞控制总泄量不超过 125.0 m³/s,其中泄洪隧洞控制泄量不超过 30.0 m³/s,开启上珠岗闸向大溪水库分洪,泄量不超过 100.0 m³/s。

(4)当沙河水库水位大于 22.00 m 时,沙河抽水蓄能电站应停止向沙河水库泄水发电,并开启下水库引水闸,充分利用上水库蓄水帮助沙河水库分洪。

(5)当沙河水库水位高于 23.00 m、低于 24.00 m,且大溪水库水位高于 14.00 m 时,主坝泄洪闸与泄洪隧洞控制总泄量不低于 125.0 m³/s,其中泄洪隧洞控制泄量不超过 30.0 m³/s,开启上珠岗闸向大溪水

库分洪,泄量不超过 100.0 m³/s。

(6)当沙河水库水位高于 24.00 m、低于 24.42 m,且大溪水库水位高于 14.00 m 时,主坝泄洪闸敞泄,上珠岗闸泄量不超过 100.0 m³/s,泄洪隧洞控制泄量不超过 30.0 m³/s。

(7)当沙河水库水位高于 24.42 m 时,按超标准洪水执行调度。

3.2 实际调度方案

台风期间,溧阳市依据沙河水库、大溪水库调度方案,及时开展调度泄洪,沙河、大溪水库调度指令具体内容详见表3、表4。

表3 沙河水库调度指令

调度令	调度内容
3号	从2021年7月24日22时起开启上珠岗闸向大溪水库分洪,下泄流量不大于100.0 m ³ /s
4号	从2021年7月27日11时起开启主坝溢洪闸向下游溢洪,下泄流量不大于85.0 m ³ /s
5号	从2021年7月27日15时起主坝溢洪闸下泄流量由不大于85.0 m ³ /s,调整为不大于100.0 m ³ /s
6号	从2021年7月27日22时起开启泄洪隧洞控制下泄流量不超过20.0 m ³ /s
电话调度	从2021年7月28日5时起增加主坝溢洪闸向下游泄洪流量,流量由不超过100 m ³ /s增加至不超过105 m ³ /s
7号	从2021年7月28日14时30分起开启泄洪隧洞控制泄量不超过20.0 m ³ /s,至7月28日18时关闭泄洪隧洞
8号	从2021年7月30日18时起,主坝溢洪流量调整为不超过60.0 m ³ /s
9号	从2021年8月2日15时30分起开启主坝溢洪闸,溢洪流量不超过20.0 m ³ /s;水库水位稳定在21.00 m时,停止泄洪

表4 大溪水库调度指令

调度令	调度内容
1号	从2021年7月27日14时起开启溢洪闸向下游泄洪,下泄流量不大于30.0 m ³ /s
2号	从2021年7月27日15时起溢洪闸下游流量由不大于30 m ³ /s,调整为不大于60.0 m ³ /s
3号	从2021年7月27日17时30分起溢洪闸下游流量由不大于60.0 m ³ /s,调整为不大于100.0 m ³ /s
4号	从2021年7月27日19时30分起溢洪闸下游流量由不大于100.0 m ³ /s,调整为不大于120.0 m ³ /s
5号	从2021年7月30日8时起溢洪闸下游流量由不大于120.0 m ³ /s,调整为不大于30.0 m ³ /s;当库水位稳定在13.80 m以下时,逐步关闭溢洪闸
6号	从2021年8月2日10时起开启主坝溢洪闸向下游溢洪,流量不大于30.0 m ³ /s;当库水位稳定在13.70 m时,逐步关闭溢洪闸

3.3 联合调度分析

3.3.1 预降水位,兼顾水资源全力腾出库容

台风来临前,溧阳市防汛防旱指挥部提前预降水位,沙河水库、大溪水库7月26日8时水位分别为20.58 m、13.05 m,均低于汛限水位以下运行。沙河抽水蓄能电站27日下午起停止泄水发电,将沙河水库约262万 m³水量存储在蓄能电站。

3.3.2 水库联合调度,先向大溪泄洪,后联合泄洪

24日22时沙河水库、大溪水库实施联合调度,沙河水库开启上珠岗闸通过沙溪引河向大溪水库进行泄洪,实测流量19.7 m³/s。27日台风直击溧阳,位于台风移动路径的沙河水库水位上涨迅猛,为确保水库大坝安全度汛,必须加大泄洪流量。沙河水库于27日11时开启泄洪闸,泄洪流量85.0 m³/s,同时

调整上珠港闸增大向大溪水库泄洪流量 $100.0 \text{ m}^3/\text{s}$ (27日23时)。沙河水库水位上涨速度仍较为迅速,27日23时沙河水库首次开启泄洪隧洞,最大泄洪流量 $20.0 \text{ m}^3/\text{s}$,并继续加大主坝泄洪闸泄洪流量至 $105.0 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

大溪水库24日接收沙河泄洪后,水位开始缓慢上涨,台风入境后,水位上涨速度加快,为减缓上涨趋势,于27日14时开启泄洪闸,28日10时26分实测最大泄洪流量 $118.0 \text{ m}^3/\text{s}$ 。

3.3.3 先上游、后下游水库逐次停止调度

随着台风北上,雨势减弱,水库水位回落,沙河水库于28日18时关闭泄洪洞,30日1时30分关闭上珠岗闸停止向大溪水库泄洪,31日13时50分关闭泄洪闸,全线停止泄洪。大溪水库水位缓慢下落,随着水位回落至汛限水位以下,8月2日22时5分,大溪水库关闭泄洪闸,全线停止泄洪。

3.4 联合调度效益分析

台风来临前,沙河、大溪水库水位分别为 20.56 m 、 12.84 m ,分别低于汛限水位 0.44 m 、 1.16 m ,预留库容分别为 488 万 m^3 和 1741 万 m^3 ,沙河水库抽蓄能电站纳蓄库容 262 万 m^3 ,合计预留滞泄库容 2491 万 m^3 。充分的预留库容减少了水库防洪压力,减缓了沙河水库水位上涨 1.62 m 。

台风期间,沙河水库上游累计面平均降水量 414.0 mm ,大溪水库上游累计面平均降水量 301.5 mm ,按径流系数 0.9 计算,沙河、大溪水库入库流量分别为 5533 万 m^3 和 2442 万 m^3 ,合计 7975 万 m^3 。台风期间沙河、大溪水库的最大入库流量合计约 $624 \text{ m}^3/\text{s}$,此时通过沙河水库泄洪闸的出库流量为 $49 \text{ m}^3/\text{s}$,通过大溪水库泄洪闸的出库流量为 $28 \text{ m}^3/\text{s}$,水库削减洪峰流量约 88% 。

台风过后,经复核沙河水库通过沙溪引河向大

溪水库总计分洪 1763 万 m^3 ,通过泄洪闸和泄洪隧洞累计泄洪 2830 万 m^3 ,大溪水库累计泄洪 2806 万 m^3 ,加上前期预留滞泄库容 2491 万 m^3 ,共计 8127 万 m^3 ,与降雨径流关系推求结果接近。

根据上述分析过程,台风期间沙河、大溪水库拦截上游来水合计 8127 万 m^3 ,合计弃水 5636 万 m^3 ,通过预留滞泄库容蓄水 2491 万 m^3 ,并通过错峰泄洪的方式大大削减了洪峰流量。由此可见,在此次台风造成的洪水应对中,沙河、大溪水库调度得力,防洪减灾效益得到充分发挥。

4 结 语

受台风“烟花”影响,溧阳南部、西部丘陵山区普降大雨,局部大暴雨,造成了沙河、大溪2座大型水库水位迅猛上涨,对水库及下游造成巨大的防洪压力。本文通过沙河、大溪水库的联合调度分析可知,水库联合调度有效拦截上游洪水量 8127 万 m^3 ,削减洪峰流量 88% ,具有良好的防洪效益。同时,为实现两大水库的精准调度、科学调度,建议防汛部门构建沙河—大溪数字孪生流域建设,结合水库作为水源地的水资源需求,优化与气象部门协商机制,提高洪水预报精度,实现水库防洪与水资源效益的统一。

参考文献:

- [1] 陈永娟,李猛,张联洲. 青州市黑虎山水库防台风灾害的经验与思考[J]. 山东水利,2021(9):25-26.
- [2] 马广平. 大隆水库洪水分析与调度[J]. 黑龙江水利科技,2021,49(7):29-31,56.
- [3] 许晓艳,高世斌. 辽河流域洪水河库联合调度实践探析[J]. 东北水利水电,2022,40(1):42-49,73.
- [4] 尚全民,褚明华,闫永奎,骆进军. 2020年全国水库防洪调度实践与思考[J]. 中国防汛抗旱,2020,30(12):1-4,24.