

海河 23·7 洪水水库群调蓄及预警联动效能评估

谭 勇

湖北浩川水利水电工程有限公司, 湖北 武汉 430071

[摘要] 为了找到极端暴雨下流域水工程调度和预警响应的作用, 以中国气象局、水利部海河水利委员会、北京市水务局等公开资料为基础, 对海河“23·7”流域性特大洪水进行事件复盘。用多源数据互证、过程指标对比、派生指标计算的方法来分析降雨异常性、永定河工程体系削峰效果、流域水库群拦洪效益。结果表明, 北京市本次过程平均降雨量为 331mm, 历时 83h, 比 2012 年“7·21”和 2016 年“7·20”过程平均降雨量分别增加 94.7% 和 61.5%; 官厅水库拦蓄上游来水 0.79 亿 m^3 , 下游三座调蓄工程拦蓄 0.75 亿 m^3 , 卢沟桥 4650 m^3/s 洪峰经调蓄后出境洪峰为 1930 m^3/s , 按公开断面流量计算的削峰率为 58.5%, 洪峰传播时间延后 19h; 海河流域 84 座大中型水库累计拦洪超过 28.5 亿 m^3 。研究认为, 在极端事件中工程效能来自于预泄腾库、梯级拦蓄、蓄滞洪区运用、基层预警行动的组合, 单靠削峰率不能代替完整的防洪效益评价。事件资料要依照来源、统计口径和行动时间统一归档, 从而利于之后开展流域复盘以及预案迭代的能力。

[关键词] 海河流域; “23·7”洪水; 水库群调度; 削峰错峰; 预警联动; 公开数据

DOI: 10.64635/ja.2026.1487

中图分类号: TV87

文献标识码: A

Effectiveness Evaluation of Reservoir Group Regulation and Warning Linkage During the Haihe “23·7” Flood

Tan Yong

Hubei Haochuan Water Conservancy and Hydropower Engineering Co., Ltd., Wuhan, Hubei 430071, China

Abstract: To identify the role of basin water project scheduling and warning response under extreme rainstorms, this study reviews the Haihe “23·7” basin-wide catastrophic flood based on publicly available materials released by the China Meteorological Administration, the Ministry of Water Resources Haihe River Water Conservancy Commission, and the Beijing Water Authority. Multi-source data cross-verification, process indicator comparison, and derived indicator calculation are used to analyze rainfall abnormality, the peak reduction effect of the Yongding River engineering system, and the flood retention benefits of reservoir groups in the basin. The results show that the average rainfall in Beijing during this event was 331 mm, lasting 83 h, which was 94.7% and 61.5% higher than the average rainfall of the “7·21” event in 2012 and the “7·20” event in 2016, respectively. Guanting Reservoir retained 79 million m^3 of upstream inflow, and three downstream regulation and storage projects retained 75 million m^3 . After regulation and storage, the peak discharge of 4,650 m^3/s at Lugou Bridge was reduced to an outbound peak discharge of 1,930 m^3/s . The peak reduction rate calculated based on publicly released cross-section discharge data was 58.5%, and the flood peak propagation time was delayed by 19 h. A total of 84 large and medium-sized reservoirs in the Haihe River Basin retained more than 2.85 billion m^3 of floodwater. The study suggests that, during extreme events, engineering effectiveness comes from the combined effects of pre-release and storage capacity preparation, cascade retention, flood detention area operation, and grassroots warning actions. Peak reduction rate alone cannot replace a complete evaluation of flood control benefits. Event data should be uniformly archived according to source, statistical caliber, and action time, so as to support subsequent basin-level review and emergency plan iteration.

Keywords: Haihe River Basin; “23·7” flood; reservoir group operation; peak reduction and peak staggering; warning linkage; public data

引言

在气候变化和快速城镇化共同影响之下, 流域性极端暴雨具有历时长、落区重叠、工程连锁风险大等特点。海河流域河系分散、人口资产密集, 上游山区

洪水汇流快, 中下游又分布平原洼地和蓄滞洪区, 因此防洪决策不能只判断“会不会发生洪水”, 还要连续回答“洪峰何时到、由何处承接、哪些地区先行转移”。2023 年 7 月 29 日至 8 月 1 日, 由于台风“杜

苏芮”残余环流北上、地形抬升等因素的影响，海河流域出现“23·7”流域性特大洪水。该事件发生在北京、河北、天津等地，有多条河流出现编号洪水，是检验水库群联合调度及预警行动链的典型事例^[1-3]。

已有研究从降雨分布、洪水调查、工程调度、蓄滞洪区监测等角度对此次事件进行了分析^[2-4]，但是公开报道中拦蓄量、削峰率和保护人口常常混在一起。本文在公开资料边界内对降雨异常性、水库群调蓄效能和预警行动链进行复盘，所有的计算都给出了来源和解释范围，不构造虚拟流域或者不可核验的模型精度。

1 数据来源与研究方法

研究资料分为四类。第一类是气象资料，中国气象局公布的全国极端降水记录和北京市三次典型暴雨过程统计^[3]；第二类是水工程调度资料，官厅水库、丹宁调蓄水库、稻田水库、马厂水库的拦蓄量、卢沟桥及出境洪峰流量和洪峰延后时间^[4]；第三类是流域性效益统计，84 座大中型水库累计拦洪量、受保护城镇和减少转移人口等公开值^[5]；第四类是预报调度与联合调度研究，河库及蓄滞洪区预报调度一体化技术、跨工程联合调度实践。同一指标优先采用主管部门原始发布或者正式论文，媒体转述只做线索核验。

分析用的是官方原值、本文计算、解释边界三个口径。官方原值保留，对于不同的空间尺度数据不做强制的拼接；本文计算只用百分比变化、过程平均强度代理量和断面削峰率。降雨变化率按 $\Delta P=(P_{2023}-P_i)/P_i\times 100\%$ 计算；过程平均强度代理量为 $I=P/T$ ，其中 P 为过程平均降雨量、 T 为历时；削峰率按 $\eta=(Q_{in}-Q_{out})/Q_{in}\times 100\%$ 计算。这里的 I 不能替代小时或者分钟尺度的最大雨强， η 也不能分解出单座水库的因果贡献，因为入流、区间汇流、河道槽蓄和下游工程都会影响不同的断面洪峰。

多源互证有三个规则，数值和单位要可追溯，同名指标如果空间范围不同就分别说明，效益类指标区分物理量和管理结果。物理量包含降雨、流量以及蓄水体体积，可以直接被使用到计算当中，“保护城镇、避免转移”这些属于既定调度与防守体系内的官方评价，并非依照此来推导无工程情形下的损失情况。该处理提高复盘的可复核性，也避免把相关关系写成因关系。

2 暴雨过程的异常性与时空特征

根据中国气象局的数据，此次过程河北临城累计降雨量为 1003mm，北京昌平王家园水库站累计降雨

量为 744.8mm，刷新了北京地区有仪器观测以来过程降雨记录。北京市全市平均降雨量为 331mm、历时 83h；与 2012 年“7·21”的 170mm、19h 以及 2016 年“7·20”的 205mm、55h 相比，总量显著抬升且持续时间更长^[3]。按端点计算，本次平均降雨量分别增加 94.7% 和 61.5%；过程平均强度代理值分别为 3.99、8.95 和 3.73mm/h。这说明“23·7”的主要特点不是全时段平均降水量最大，而是长时间的高总量降水不断累积土壤湿度和河网基流，使得后面降雨更容易形成径流。

大清河流域的分析再一次表明，最大 1h、6h、24h 和 48h 的降雨量分别对应着各个站总过程量的约 7%、23%、59% 或者 92%（强降雨大多发生在 2 到 13 小时内）^[2]。从时间上看，流域调度要同时考虑两种尺度，即短时强降雨是山洪和支流洪水迅速出现的原因，48h 累积雨量与河道长期高水位、蓄滞区使用有关。如果只根据一小时雨强来定预警标准，就会忽略长历时降雨的全部危害；如果只考虑总量又会失去山前区早期疏散的机会。

表 1 北京市三次典型极端暴雨过程指标对比

指标	2012 年 “7·21”	2016 年 “7·20”	2023 年 “23·7”	来源
过程时间	2012-07-21	2016-07-20	2023-07-29—08-01	[3]
北京市平均降雨量/mm	170	205	331	[3]
降雨历时/h	19	55	83	[3]
过程平均强度代理/(mm·h ⁻¹)	8.95	3.73	3.99	本文计算

3 水库群调蓄与流域防洪效能

永定河是本次北京防洪调度的主要河系。公开信息表明，官厅水库拦蓄上游来水 0.79 亿 m³，丹宁调蓄水库、稻田水库、马厂水库共拦蓄 0.75 亿 m³，四项工程共拦蓄 1.54 亿 m³。卢沟桥断面洪峰流量为 4650m³/s，经过下游的调蓄和河道传播后出境洪峰为 1930m³/s。根据本文统一的公式计算，断面间洪峰降低 58.5%，洪峰传播时间延后 19h。削峰降低了下游高水位的压力，错峰给巡堤、交通管制和人员转移争取了组织时间，两者都应单独评价。

按照全流域的观点来分析，84 座大中型水库共拦洪约 28.5 亿 m³，根据官方的估计可以使得 24 个城镇和 751 万亩耕地免于被淹没，不需要搬迁 462.3

万人^[5]。此时流域所用的国家蓄滞洪区已经建成 8 处，用来分蓄超标准洪水的部分。取得上述成果是因为水库、河道、蓄滞区和避险安排同时发挥作用。单提水库拦洪而不考虑蓄滞洪区或者人员转移的事实，就会把实际贡献夸大；只提转移人数也不能正确反映工程调度对危险的减轻。

调度效能还要看预报提前量、预泄决策。长时程之下，水库既要留有防洪库容，又要防止提前或过多地预泄影响下游安全。合理的流程应该先根据气象集合预报形成入库洪水区间，然后根据水库当前水位、下游河道承泄能力、蓄滞洪区准备状态滚动修正泄量。公开资料不能还原各闸门逐小时的操作，所以本文不对单站调度规则进行优劣排序，而是用拦蓄量、断面洪峰、传播时间等可以核验的结果来代替。

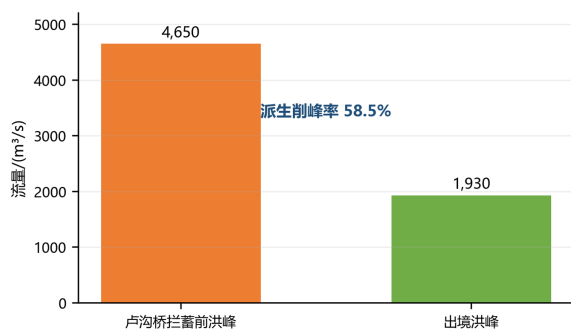


图 1 永定河关键断面洪峰对比

4 预警—调度—转移联动机制

有关工程调度的内容要以具体的时空风险来表达。将预报调度作为一个整体来考察，涉及的联动链是四个有时间标记的节点，气象上给出降雨区域及其不确定性，水文上给出洪峰时段和到达时间，水行政方面给出泄量、河道容泄能力，乡镇根据风险项做出应变、封锁或者人口转移。时间戳对于判断迟滞（预报、会商或者执行）出现的位置来说很有用。

洪峰延后 19h 有管理价值，但是并不意味着所有地区转移提前量都一样。山洪沟道可能会在干流洪峰之前到达，洼地风险也受到堤防和蓄滞洪区的影响。预警产品要给出断面洪峰时间、影响区以及行动截止时间。天津市后续机制是分级响应、部门协同。

事件数据要统一编号、口径，降雨注明点面尺度和历时，流量注明断面和时刻，拦洪量注明统计区间，削峰率注明断面可比性，保护人口注明评估主体。调度日志、监测资料和转移台账要按照时间轴对齐之后，才能形成可以复核的数据包。部门之间交换资料时应使用同一个统计时点，防止同一个指标被重复计算。

5 讨论

削峰率可以作为事件诊断指标，不能作为评价水

库群优劣的唯一标准。本文 58.5% 的数值是由两个公开断面洪峰直接计算得到的，可以反映永定河工程体系和河道共同作用后的量级变化，但是不能把 2720 m³/s 的差额全部归因于某一座水库。更加严谨的因果识别要同化区间降雨、支流汇入、河道槽蓄、闸坝过程，构造无调度反事实情景。现有的公开资料不能完成该分解，因此本文只报告描述性结果。

流域防洪效益不能用拦洪体积线性外推。官方报告保护城镇、农田、防止转移人口，是水库、堤防、蓄滞洪区、预警转移、地方组织等共同作用的结果^[5]，应该保持“官方统计”的属性，不能表述为计量模型识别的净效益。

对所涉事件进行复盘的时候要考虑到系统的冗余。各重要测站应设置有备用电源和双路通信，入流数据应由雨量、水位共同确认，基层叫应采用短信、电话和上门相结合的方式，保证个别观测或者联系不畅时仍有基本手段。

所涉及的公开资料缺少统一尺度、逐时入出库数据没有全部齐全、社会效益没有标准反事实参照，是进行工程管理复盘的合适对象，但是不能替代完整的洪水还原。后面应该用逐时的降雨信息和遥感、闸门资料来修正水文—水动力模型，对水库、河道和蓄滞洪区分别进行归因。

6 结语

(1) 海河“23·7”洪水具有总量大、历时长和落区重叠的特征。北京市过程平均降雨量为 331 mm、历时 83 h，过程总量明显大于 2012 年、2016 年典型暴雨，但是平均强度代理量提示其风险主要是由于持续累积而不是全历时平均雨强最高。

(2) 永定河工程体系在本次事件中形成明显的拦洪、削峰和错峰效果。公开资料显示官厅及下游三座调蓄工程总拦蓄量为 1.54 亿 m³，卢沟桥和出境洪峰计算的断面削峰率是 58.5%，洪峰延后了 19 h。该结果属于工程群和河道共同作用的描述性指标。

(3) 防洪效能评价要同时考虑物理过程和行动过程。事件数据要统一统计口径，记录预警、会商、调度、叫应、转移的时间，在条件允许的情况下可以结合水文—水动力还原检验公开数据复盘结果。

【参考文献】

- [1] 唐颖, 刘冀宏, 丛晓红, 等. 海河“23·7”流域性特大洪水北京市拒马河洪水调查分析与河道治理建议[J]. 中国防汛抗旱, 2024, 34(1): 58-63.

- [2] 徐晓, 刘军梅, 张建涛, 等. 海河“23·7”流域性特大洪水大清河流域降雨时空分布特征[J]. 中国防汛抗旱, 2024, 34(1): 45-51.
- [3] 赵小伟, 王材源, 王亚娟, 等. 北京市海河“23·7”流域性特大洪水调查评价[J]. 北京师范大学学报(自然科学版), 2024, 60(5): 632-640.
- [4] 李芳华, 潘兴瑶, 宋佳杰, 等. 北京市永定河流域水工程调度实践与思考——以海河“23·7”流域性特大洪水应对为例[J]. 中国防汛抗旱, 2024, 34(1): 64-67, 77.
- [5] 国务院新闻办公室. 国新办举行“权威部门话开局”系列主题新闻发布会: 介绍扎实推动新阶段水利高质量发展、全面提升国家水安全保障能力有关情况[EB/OL]. (2023-09-13)[2026-08-02].