

济宁市 2024 年 7 月暴雨洪水特征分析

徐银凤¹, 张健¹, 何元翠²

(1. 济宁市水文中心, 山东 济宁 271000; 2. 山东省水文中心, 山东 济南 250014)

【摘要】 2024 年 7 月受副热带高压和台风影响, 济宁市降水呈现旱涝急转明显, 强降水过程频发, 降水时空分布不均等特点。7 月全市平均降水量 500.1 mm, 较历年同期偏多 161.4%, 位居 1955 年以来历史第二位。文章系统分析了济宁市 2024 年 7 月暴雨成因、降水时空分布特征、河道洪水特征、泗河洪水过程和水库防洪效益, 研究成果可为济宁市防汛抗旱和防洪减灾提供参考。

【关键词】 济宁市; 暴雨洪水; 防汛抗旱; 洪峰流量

【中图分类号】 TV213.4

【文献标志码】 A

【文章编号】 1009-6159(2025)-12-0041-04

Analysis of Characteristics of Torrential Rain and Flood in Jining in July 2024

XU Yinfeng¹, ZHANG Jian¹, HE Yuancui²

(1. Hydrology Center of Jining Municipality, Jining, Shandong 271000, China;

2. Hydrology Center of Shandong Province, Jinan, Shandong 250014, China)

Abstract: Affected by the subtropical high and typhoon, the precipitation in Jining Municipality in July 2024 showed obvious characteristics of rapid conversion from drought to flood, frequent extreme precipitation processes, and uneven temporal and spatial distribution of precipitation. The average precipitation in the city in July reached 500.1 mm, which was 161.4% more than the average of the same period over the years, ranking the second highest in history since 1955. This paper systematically analyzes the causes of torrential rain, the temporal and spatial distribution characteristics of precipitation, the characteristics of river floods, the flood process of the Sihe River, and the flood control benefits of reservoirs in Jining Municipality in July 2024. The research results can provide a reference basis for flood control, drought relief, flood disaster reduction in Jining Municipality.

Key words: Jining Municipality; Torrential rain and flood; Flood control and drought relief; Peak discharge

济宁市位于黄淮海平原与鲁中南山地交汇处, 总面积 11 285 km², 东部为低山丘陵区, 西部为黄泛平原, 南部是北方最大的淡水湖泊——南四湖, 湖四周为滨湖洼地^[1-2]。南四湖自北向南依次为南阳湖、独山湖、昭阳湖和微山湖^[3], 湖面面积 1 266 km²。

2024 年进入主汛期, 济宁市旱涝急转明显, 特别是 7 月份强降水场次多, 且降水量远超常年, 截至 2024 年 6 月 27 日, 济宁市累计平均降雨量仅 94.0 mm, 7 月份全市共发生 7 场次较大降水过程, 6 月 28 日至 7 月 31 日, 济宁市累计平均降水量达 519.7 mm, 是历年同期的 1.6 倍。东鱼河、洸府河、泗河等主要河流发生有实测资料

以来第 2 位洪水。文章对济宁市 2024 年 7 月暴雨洪水特征进行系统分析, 以期对济宁市防汛抗旱和防洪减灾提供参考依据。

1 暴雨特征

受副高边缘暖湿气流和冷空气共同影响, 2024 年 6 月底开始, 济宁市旱涝急转明显。济宁市 5 月份降水量 24.2 mm, 较历年同期偏少 49%, 6 月份上、中旬降水量 3.8 mm, 较历年同期偏少 91%。6 月 28 日至 7 月 31 日, 全市累计平均降水量 519.7 mm, 较历年同期 212.1 mm 偏多 145%。

收稿日期: 2025-07-11

作者简介: 徐银凤(1990—), 女, 工程师

1.1 降水时间分布特征

2024 年 7 月济宁市共经历 7 轮较强降水过程,各场次降水特征见表 1。

1.2 降水空间分布特征

通过绘制济宁市 7 月降水等值线图,最大的暴雨中心分布在曲阜市北部、泗水县、邹城东部

表 1 各场次降水特征统计表

场次	降水历时	平均降水量/mm	最大点降水量/mm	时段最大降水量/mm			降水笼罩面积/%		
				1 h	3 h	6 h	≥25 mm	≥50 mm	≥100 mm
1	7 月 1 日 9 时至 2 日 12 时	28.2	179.0	2.7	7.1	10.6	36.0	7.0	1.5
2	7 月 3 日 23 时至 4 日 9 时	36.1	75.5	9.2	24.3	35.3	77.3	7.9	0.0
3	7 月 5 日 11 时至 6 日 5 时	65.0	143.5	9	26	47.4	97.7	71.8	3.1
4	7 月 6 日 21 时至 9 日 5 时	151.1	328.5	13.3	31.1	54.4	100.0	99.2	70.3
5	7 月 15 日 22 时至 17 日 19 时	41.8	159.0	3.4	8.2	12.9	41.5	20.9	9.0
6	7 月 19 日 12 时至 20 日 9 时	119.2	285.0	15.7	45.2	75.1	99.7	84.1	55.9
7	7 月 27 日 5 时至 29 日 0 时	39.2	107.0	1.9	4.9	8.7	66.5	22.7	0.2

和微山县中部,降水量超过 600 mm,梁山县中部、汶上县、嘉祥县、任城区、邹城市、兖州区累计雨量 400~600 mm,金乡县和鱼台县累积雨量 250~400 mm。最大点累计降雨量为曲阜市歇马亭雨量站 831 mm。降水量超过 800 mm 笼罩面积为 18.2 km²,占全市总面积的 0.16%;降水量超过 600 mm 笼罩面积为 1 679.8 km²,占全市总面积的 14.9%;降水量超过 400 mm 笼罩面积为 6 867.9 km²,占全市总面积的 60.9%;降水量超过 250 mm 笼罩面积为 11 209.5 km²,占全市总面积的 99.3%。

2024 年 7 月,东鱼河、洙赵新河、梁济运河、洸府河、泗河 5 条主要河流发生有实测资料以来前 10 位洪水。其中,泗河书院站实测洪峰流量 2 510 m³/s、东鱼河鱼台站实测洪峰流量 767 m³/s、洸府河黄庄实测洪峰流量 320 m³/s,均为各河道监测洪峰流量历史第 2 位。济宁市 2024 年 7 月主要河道洪水特征见表 3。

表 3 济宁市 2024 年 7 月主要河道洪水特征统计

河名	站名	洪峰时间	最高水位/ m	洪峰流量/ (m ³ ·s ⁻¹)	洪水历史 排位
东鱼河	鱼台	7 月 21 日 12:04	35.2	767	2
万福河	孙庄	7 月 22 日 06:23	35.77	84.5	25
洙赵新河	梁山闸	7 月 6 日 18:39	35.59	541	10
梁济运河	后营	7 月 20 日 17:06	35.87	289	10
洸府河	黄庄	7 月 20 日 16:10	37.5	320	2
泗河	书院	7 月 20 日 10:22	68.73	2510	2

2 洪水特征

2.1 主要河道洪水特性

2024 年 7 月,东鱼河、万福河洙、赵新河、梁济运河、洸府河、泗河等主要河流实测径流量均大于多年同期值。其中,洸府河黄庄站径流量比多年同期多 17.36 倍,泗河书院站径流量比多年同期多 8.78 倍,东鱼河鱼台站径流量比多年同期多 7.52 倍。济宁市 2024 年 7 月主要河道径流量见表 2。

表 2 济宁市 2024 年 7 月主要河道径流量

河名	站名	径流量/万 m ³	多年平均实测 径流量/万 m ³	与多年同 期对比/%
东鱼河	鱼台	46 251	5 428	752
万福河	孙庄	8 702	3 357	159
洙赵新河	梁山闸	30 782	8 120	279
梁济运河	后营	14 747	2 843	419
洸府河	黄庄	8 666	472	1 736
泗河	书院	46 286	4 734	878

2.2 泗河洪水过程分析

受降雨影响,泗河书院站 7 月共经历 2 场较大洪水过程,分别为 7 月 6 日—14 日的“7.07”洪水和 7 月 19 日—27 日的“7.20”洪水,泗河书院站 7 月洪水过程如图 1 所示。“7.07”洪水泗河流域平均面雨量 222.9 mm,书院站实测洪峰流量 1 900 m³/s,降雨为普雨,降水总历时 14 h,降水非常集中,最集中的时段约 6 h,洪水洪峰自书院站至下游波罗树站传播时间约 12.4 h;“7.20”洪

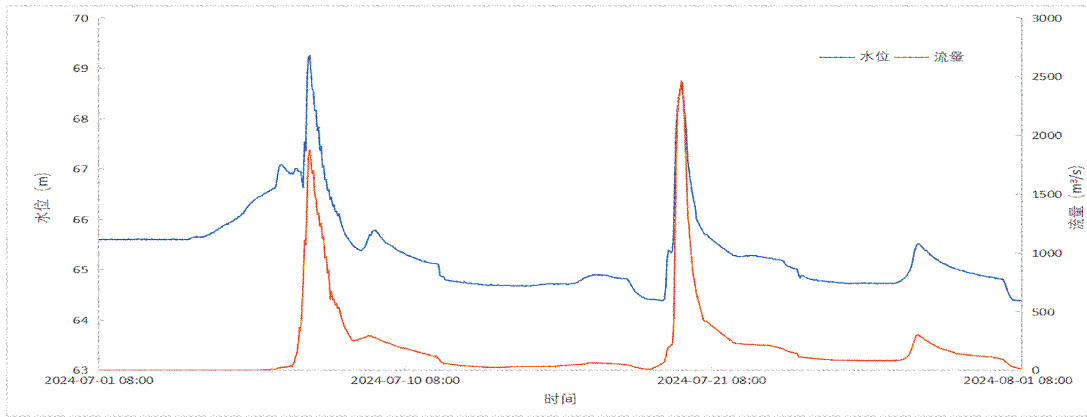


图1 泗河书院站7月洪水过程

水泗河流域平均面雨量 216 mm 书院站实测洪峰流量 2 510 m³/s,本次降水偏中下游,降雨总历时 22 h,有效降水历时约 12 h,洪水洪峰自书院站至下游波罗树站传播时间约 6.5 h。

通过对比可以看出,“7.07”洪水与“7.20”洪水降雨量接近,“7.20”洪水雨强明显小于“7.07”洪水,但“7.20”洪水书院站洪峰流量远超“7.07”洪水,同时“7.20”洪水书院站至下游波罗树站传播时间比“7.07”缩短了 50%。分析原因主要是两场降水间隔时间较近,“7.20”洪水降雨前期流域蓄水容量已蓄满,而“7.07”洪水降水前期较为干旱,所以“7.20”洪水的洪峰流量超越了“7.07”洪水。同时“7.07”洪水为 2024 年泗河第一场洪水,河道内的杂草、杂物等对河道的阻水现象明显,经过“7.07”洪水的冲刷,河道更加顺畅,所以虽然“7.20”洪水雨强明显小于“7.07”洪水,但“7.20”洪水洪峰传播时间明显快于“7.07”洪水。两场洪水特征对比见表 4。

表 4 “7.07”洪水与“7.20”洪水特征对比

洪水场次	面雨量/mm	主时段雨强/(mm·h ⁻¹)	洪峰流量/(m ³ ·s ⁻¹)	洪峰自书院站至波罗树站传播时间/h
“7.07”洪水	222.9	37.1	1 900	12.4
“7.20”洪水	216.0	18.0	2 510	6.5

2.3 水库防洪效益

济宁市 6 座大中型水库在 2024 年 7 月暴雨期间防洪效益明显,6 座水库平均削峰率 83.5%,其中西苇水库削峰率最大为 92.7%,尼山水库削峰率最小为 63.5%。2024 年 7 月 6 座大中型水库合计拦蓄水量 11 840 万 m³,其中尼山水库拦蓄水量最大,为 3 780 万 m³;尹城水库拦蓄水量最

小,为 380 万 m³。济宁市 2024 年 7 月大中型水库防洪效益统计表见表 5。

表 5 济宁市 2024 年 7 月大中型水库防洪效益统计表

水库名称	最大入库流量/(m ³ ·s ⁻¹)	最大出库流量/(m ³ ·s ⁻¹)	削峰率/%	拦蓄水量/万 m ³
贺庄	540	49.1	90.9	3 674
华村	392	40	89.8	2 350
龙湾套	293	69.8	76.2	847
尹城	82	10	87.8	380
尼山	260	95	63.5	3 780
西苇	222	16.1	92.7	809

泗河书院站以上流域有尼山、贺庄 2 座大型水库,华村、龙湾套、尹城 3 座中型水库,通过对 2024 年 7 月份泗河流域的“7.07”洪水与相似洪水 1957 年“7.19”洪水、“7.24”洪水对照,见表 6,2024 年的“7.07”洪水累计雨量更大,降雨也更集中,但洪峰流量明显小于 1957 年暴雨洪水。究其原因,由于人类活动的影响,下垫面的改变,水利工程的大量修建,尤其大中型水库的建设对流域产汇流产生了显著影响。可见,各大中型水库在洪水期间充分发挥了削峰错峰作用,使得水库下游干流书院洪峰流量都有较明显的降低。

表 6 泗河书院站 2024 年“7.07”“7.20”暴雨洪水与历史暴雨洪水对照表

洪水场次	19570719 洪水	19570724 洪水	20240707 洪水
流域平均雨量/mm	200.7	129.1	222.9
流域平均前雨量/mm	110	110	110
有效降雨历时/h	15	8	6
书院洪峰流量/(m ³ ·s ⁻¹)	3 950	4 020	1 900

3 结语

通过对济宁市 2024 年 7 月暴雨成因、降水

时空分布特征、河道洪水特征、泗河洪水过程和水库防洪效益进行分析,可以得出以下结论:

1)2024 年 7 月济宁市共经历 7 轮较强降水过程,降水量大,分布不均匀,极端性和旱涝急转的趋势比较明显,降水主要成因是副热带高压偏强和台风影响。

2) 济宁市主要河流实测径流量均大于多年同期值,东鱼河、洸府河、泗河等主要河流发生有实测资料以来第 2 位洪水。

3)受降雨影响,泗河书院站 7 月共经历 2 场较大洪水过程。对比发现,“7.07”洪水与“7.20”洪水降雨量接近,“7.20”洪水雨强明显小于“7.07”洪水,但“7.20”洪水书院站洪峰流量远超“7.07”洪水,同时“7.20”洪水书院站至下游波罗树站传播时间比“7.07”缩短了 50%。这主要是由于“7.07”洪水降水前期较为干旱,且为 2024 年泗河第一场洪水,河道内的杂草、杂物等对河道的阻

水现象明显,而“7.20”洪水降雨前期流域蓄水容量已蓄满,且河道经过前场洪水冲刷更加顺畅。

4)济宁市 6 座大中型水库,在 2024 年 7 月暴雨期间防洪效益明显,平均削峰率 83.5%。通过泗河书院站“7.07”洪水与历史相似洪水对比,洪峰流量明显小于历史暴雨洪水,可见,大中型水库的建设对流域产汇流产生了显著影响,在洪水期间充分发挥了削峰错峰作用。

参考文献

[1] 刘驰,赵长河,时延庆.济宁市山区设计洪水计算方法分析[J].治淮,2018(7):23-25.
[2] 夏磊,孙国煥,张亮亮.济宁市防洪除涝体系建设浅析[J].治淮,2024(3):16-17.
[3] 张健,刘猛,梁斐斐,等.近二十年南四湖水环境演变及其驱动因素分析[J].宁波大学学报(理工版),2023,36(4):42-47.

(责任编辑 崔春梅)

(上接第 40 页)

表 2 东韩站在线雷达流量比测系统误差、不确定度统计表

测次	比测水位范围/m	系统误差/%	随机不确定度/%
30	16.06~17.44	0.27	6.8

4 结论及建议

4.1 结论

作为河道流量实时监测的重要手段,在线雷达测流系统实现了全天候、全自动、连续性的实时在线流量自动监测,解决了因流速过大无法使用流速仪、声学多普勒流速剖面仪(ADCP)测流和无需测验人员现场施测的问题,提高了水文监测现代化水平。

东韩站于 2020 年 7 月—2022 年 9 月开展比测,收集到 30 组比测数据,经分析,雷达流量与实测流量关系: $Q_{\text{雷}}=0.8463 \times Q_{\text{雷}}+2.8972$,系统误差 0.3%,随机不确定度 6.8%,满足规范要求,经省水文部门批准,于 2023 年 9 月开始投产应用。

4.2 建议

投产应用后东韩站要进一步加强比测工作,对投产应用方案进行检验,当水位超出投产范围时,应及时开展比测分析,加强偏差较大数据的分析,不断优化投产方案,扩大投产范围。此外,应做好仪器设备、数据传输和软件系统运行维护等工作,确保测流系统运行稳定。当仪器出现故障或方案发生变化时,应及时恢复原测验方案并分析原因、修正方案,并按规定审查通过后继续使用,确保流量资料的准确性与完整性。

参考文献

[1] 梅军亚,陈静,香天元.侧扫雷达测流系统在水文信息监测中的比测研究及误差分析[J].水文,2020,40(5).
[2] 马富明.水文流量监测新技术设备运用现状与改进方法——以福建省为例[J].水文,2020,40(2).
[3] 刘永超.移动在线缆道雷达波测流系统及其应用分析[J].河北水利,2018,(11):32-33.
[4] 解传奇,张艺,荀武.非接触式雷达波测流与传统测流比较分析[J].水利水电快报,2019,40(9):26-28.

(责任编辑 赵其芬)