

# 利用船闸输水廊道应急泄洪的实践与探索

孙新桥, 卢胜利, 刘仲良, 伊光龙

(山东水运发展集团有限公司济宁分公司, 山东 济宁 272000)

**摘要:** 邓楼船闸位于山东省济宁市梁山县韩岗镇司垓村新湖区大堤, 是自梁济运河河道穿越东平湖新湖区大堤进入柳长河河道的通航船闸, 是连接东平湖与南四湖的纽带。因上游东平湖水位持续超警戒水位, 山东水运发展集团有限公司济宁分公司在接到上级相关部门协助泄洪的通知之后, 通过科学论证分析, 打破常规运行模式, 合理利用船闸输水廊道实施应急泄洪, 历史上首次实现了东平湖水通过船闸向南四湖分洪, 有效减轻了东平湖防洪压力, 保障了湖区及沿岸人民群众生命财产安全。

**关键词:** 船闸; 泄洪; 输水廊道; 闸阀门

**中图分类号:** 692

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1006—7973 (2021) 12—0034—02

邓楼船闸 2012 年 5 月正式开工建设, 2015 年 7 月建设完成, 总投资 5.19 亿元, 为 II 级船闸, 船闸闸室有效尺度为 234mX23mX5m, 镇静段长 4m, 设计水头 3.3m, 门槛水深 5m, 上游距东平湖湖口八里湾船闸 22 公里, 下游连通梁济运河, 距长沟船闸 32 公里。

2021 年 9 月下旬以来, 受连续降雨和大汶河流域来水影响, 东平湖水位持续上涨, 连续多日超警戒水位。因黄河山东段水位持续高位, 东平湖湖水无法向黄河泄洪, 严重威胁周边人民群众的生命财产安全, 寻找新的泄洪通道、尽快将湖水降到警戒水位以下势在必行。

## 1 方案拟定

山东水运发展集团有限公司济宁分公司在接到上级相关部门协助泄洪的通知之后, 立即组织对船闸现场设备工况进行检查, 通过科学论证分析, 结合船闸建筑结构及设备设施情况, 现场拟定了三种泄洪方案。

### 1.1 方案一: 正常运行操作模式下利用输水廊道泄洪

在正常程控运行模式下, 进行涨水消水操作, 先提升上游阀门, 待闸室涨水与上游水平后, 开启下游阀门进行消水, 消水完毕后关闭下游阀门, 依次循环操作, 达到泄洪的目的。此操作方案优点是安全, 对船闸机构及设备影响小; 缺点是效率较低。此方案泄洪流量约  $10\text{M}^3/\text{S}$ 。

### 1.2 方案二: 应急操作模式下利用上下游输水廊道泄洪

在应急操作模式下, 将上、下游阀门同时保持提升状态, 形成上游一闸室一下游三级水位落差, 洪水通过上游航道→上游廊道→闸室→下游廊道→下游航道, 利用船闸输水廊道泄洪。此方案优点是效率高; 缺点是对船闸结构及设备有一定影响。此方案泄洪流量约  $50\text{M}^3/\text{S}$ 。

### 1.3 方案三: 应急操作模式下利用上游输水廊道及下游闸室泄洪

在应急操作模式下, 将上游阀门提起, 同时打开下游闸室, 形成上游一下游两级水位落差, 洪水通过上游航道→上游廊道→闸室→下游航道, 利用上游输水廊道及下游闸室泄洪。此方案优点是效率较高, 缺点是对船闸结构及设备设施冲击较大。此方案泄洪流量约  $70\text{M}^3/\text{S}$ 。

## 2 分析论证

邓楼船闸上、下游水位差约 1.7 米, 常规方案①单次涨水泄水过程约需 15 分钟, 单次泄水量约  $9000\text{M}^3$ , 折合泄洪流量约  $10\text{M}^3/\text{S}$ , 此方案运行效率低, 远不能满足紧急情况下的泄洪需求, 需要更高效的泄洪方案路径。因为船闸水工建筑、闸阀门在设计运行时未考虑泄洪功能, 闸阀门运行静水启闭, 且上、下游闸阀门有互锁功能, 所以方案②、③中利用输水廊道、闸阀门的常开功能提升泄洪能力具有挑战性和创新性。利用输水廊道及闸阀门控制实现泄洪, 需要进行充分的科学论证。为此, 我们对泄洪过程中涉及的相关设施进行了分析论证。

### 2.1 对通航建筑物的影响

邓楼船闸设计水头 3.3 米, 现场实际水头 1.7 米, 泄洪时水流对输水廊道、闸室结构、闸首结构等水工建筑冲刷力为设计水头的 51.55%, 正常运行模式下, 涨水、泄水时间约 5~8 分钟且冲刷力逐渐减弱, 而应急泄洪情况下一直保持较强的冲刷力, 受力时间较长。

### 2.2 对阀门及启闭机的影响

阀门及门槽承受正向水压在设计水头范围之内, 故动水压力对阀门结构影响不大, 但与正常输水间歇承受冲刷不同, 泄洪需承受持续的冲刷力, 对阀门止水部

件可能造成一定的损伤。启闭机工况与常规运行操作相比,区别在于关闭阀门时为动水操作,一般情况下阀门关闭采用利用门体自重进行自落,也可利用液压操作进行强落关闭,可以满足紧急情况下截断水流。另外,因泄洪时阀门需长时间处于提升状态,阀门启闭机有杆腔始终处于保压状态,长期运行可能加速启闭机及相关阀组件密封元件的老化,缩短使用寿命。

经过充分技术分析,利用输水廊道、闸阀门控制实现泄洪虽然对船闸水工建筑物、设备设施存在一定的影响,但在特殊紧急情况下能承受此项工作带来的风险,完成分泄东平湖洪水任务,保障人民群众的生命财产安全。公司决定优先采用方案②进行泄洪,同时,观察泄洪能力及对设备设施的影响,根据上游来水情况,如需进一步提升泄洪能力,考虑启用方案③。

### 3 安全技术措施

为保证泄洪期间的运行操作安全,根据船闸运行操作实践经验,我们制定了采用不同方案下的安全技术措施和操作规程。

(1)方案①和方案②均应在应急操作模式下进行,在应急操作模式下,由专业设备技术人员对上、下游闭锁进行屏蔽,使闸门、阀门均具备单独操作的功能,确保应急条件下能够完成独立操作。

(2)方案②的操作顺序为在提闸泄洪时先提升下游阀门,再提升上游阀门;停止泄洪时先关闭上游阀门,后关闭下游阀门。

(3)方案②切换至方案③的注意事项:①在开启下游闸门前,先关闭上游阀门,待闸室内水位与下游水位持平,无水流波动后再开启下游闸门。②开启下游闸门时要一人指挥,两人现场操作,两人在下游左、右机房控制柜按指令同时操作,指挥与操作人员要熟悉按钮位置及功能,确保指令及操作无误。③要根据闸门运行轨迹及时调整闸门速度,闸门在启动及将要到位时速度要慢,确保设备安全。④待闸门开到位后,将下游阀门关闭到位。⑤在停止泄洪时,操作顺序同上,即先关闭上游阀门,再关闭下游闸门,注意事项相同。

### 4 安全组织措施

分公司根据泄洪工作任务安排,成立了主要领导任指挥长,分管领导任副指挥长,分公司有关部室、船闸运行经理任成员的船闸泄洪工作指挥部,全面调度指挥泄洪工作,根据泄洪指令,调整泄洪方案。指挥部下设

运行组、设备组和后勤组,实行24小时值班值守,确保泄洪工作安全顺利进行。运行组:负责时刻关注水位变化,每小时报告一次水位;密切观察上下游护坡、堤岸情况,如有异常及时报告;加强泄洪时的安全宣讲,保障泄洪时沿岸群众、船舶安全。设备组:负责设备操作,保障设备安全;加强运行过程中设备设施的巡视,保持设备运行稳定;及时排除设备运行中出现的故障。后勤组:负责泄洪期间的后勤保障、宣传等工作。

### 5 实施效果

通过技术论证、精心准备和周密安排,邓楼船闸按照调度指令于10月3日下午14时按照方案②开始泄洪,经水文部门监测,实时流量达到 $48\text{M}^3/\text{S}$ ,基本达到预期效果,至10月7日16时累计运行87.5小时,共泄洪 $1512\text{万}\text{M}^3$ ;10月7日13时,因东平湖水位持续升高,我公司根据调度指令,计划启用方案③泄洪,10月7日16时起,成功完成模式切换,按照方案③运行,水文部门测定实时流量达到 $72\text{M}^3/\text{S}$ ,随着泄洪流量加大,东平湖水位逐渐趋于平稳,达到了预期目标。截至10月11日16时,已累计运行183.5小时,完成泄洪 $4000.32\text{万}\text{M}^3$ 。

### 6 经验总结

(1)通过综合科学性分析论证,并制定相关技术和组织措施,打破了常规思维,创造性地实现了船闸的应急泄洪功能。

(2)通过实践观察,在特殊紧急情况下且水头不高时,利用船闸输水廊道、闸阀门设施应急防汛泄洪是可行的。

(3)在本次泄洪任务完成后,我们要对船闸水工建筑物、闸阀门金属结构、液压系统进行一次全面检查和安全评估,特别是要评估泄洪对船闸结构及设备设施的影响程度,及时发现存在的安全隐患,保障船闸正常运行。

#### 参考文献:

[1] 张钰莹,黎渝石.关于船闸输水廊道压力特性试验的研究[J].水利水电,2018(26)

[2] 吴澎,罗少桢.京杭运河的船闸设计研究[J].水运工程,2006(10)

[3] 杨武,何雄彬.船闸电力与控制系统设计应用[J].中国水运,2016,16(7)