

# 关于河道治理工程中水闸的设计及运用分析

刘子民

邯郸市水利水电勘测设计研究院 河北 邯郸 056001

**摘要:** 在水利工程建设中,河道治理是保障流域安全的重要举措,水闸作为工程关键组成部分,其设计与运用效果直接关系整体工程效能。本文围绕河道治理工程中水闸的设计与运用展开研究,明确了水闸在防洪、排涝、水资源调控中的核心功能,及安全优先、适配河道、经济可行的设计原则;从闸室结构、消能防冲设施、防渗排水系统、启闭设备与控制系统四方面,梳理设计要点;阐述了水闸运行调度、日常维护、安全监测的实操方法。研究表明,科学的水闸设计与规范运用,是保障河道治理效果、维护河道安全稳定运行的关键,可为同类工程提供技术参考。

**关键词:** 河道治理工程;水闸;设计要点;具体运用

引言:近年来,极端天气频发加剧河道安全风险,河道治理工程成为水利建设重点,而水闸作为工程核心设施,其设计合理性与运用规范性直接影响工程成效。当前部分水闸存在设计与河道适配性不足、运行维护不到位等问题,易引发安全隐患。基于此,本文针对河道治理场景,系统分析水闸的功能定位、设计原则与要点,同时梳理运行调度、维护、监测的实操方法,旨在为提升水闸工程质量、保障河道安全提供理论与实践支撑。

## 1 河道治理工程中水闸的功能定位与设计原则

### 1.1 水闸在河道治理中的核心功能

在河道治理工程中,水闸承担着多重核心功能,是保障河道安全稳定运行的关键设施。从防洪角度看,水闸可通过调节闸门开度,控制河道内的水位与流量,避免洪水超出河道承载能力,减轻洪水对沿岸区域的威胁;在排涝方面,水闸能及时排出河道周边低洼区域的积水,降低内涝风险,改善区域排水条件;水闸还具备调节河道水资源的功能,通过合理控制水量,为沿岸农业灌溉、工业用水及生态补水提供稳定的水资源保障,维持河道生态系统的平衡,助力河道整体河道治理目标的实现。

### 1.2 河道治理场景下水闸设计的特殊原则

河道治理场景下,水闸设计要遵循特殊原则,以确保设计方案的科学性与适用性。(1)安全优先是首要原则,设计过程中需充分考虑水闸在各种不利工况下的承载能力与稳定性,通过严格的荷载计算与结构验算,保障水闸运行安全,避免因设计缺陷引发安全隐患;(2)适配原有河道原则要求水闸设计与河道的地形、地貌及水文特征相契合,减少对原有河道生态与水利系统的破坏,确保水闸与河道整体功能协调;(3)经济可行原则则强调在满足河道治理需求的前提下,优化设计方案,合理控制建设成本,兼顾工程的实用性与经济性,实现资源

的高效利用<sup>[1]</sup>。

## 2 河道治理工程中水闸设计要点

### 2.1 闸室结构设计要点

闸室作为水闸的核心承载结构,设计要兼顾稳定性、承载能力与适配性,重点关注以下要点:(1)结构选型与尺寸确定:需结合河道河道治理目标、水文地质条件及原有河道设施现状,选择合适的闸室结构形式;尺寸设计需通过荷载验算确定,包括闸室长度、宽度及高度,确保满足水流畅过需求,同时与河道断面尺寸协调,避免对原有河道行洪能力造成影响。(2)闸墩设计:闸墩需具备足够的强度与刚度,抵抗水流压力、闸门启闭力及侧向土压力;设计中需优化闸墩截面形状,减少水流绕动,使过闸水流更加平顺,同时合理设置闸墩间距,兼顾过流效率与结构稳定性;对于既有水闸加固,需对原有闸墩进行强度检测,根据检测结果采取增大截面、增加加固材料等措施提升承载能力。(3)胸墙设计:胸墙需根据闸室设计水位与过流要求确定高度与厚度,确保能有效阻挡洪水,同时避免影响过流断面;胸墙与闸墩的连接部位需进行加强处理,设置可靠的止水构造,防止渗漏;若采用预制胸墙,需明确安装精度要求与连接固定方式,保障整体结构完整性。(4)工作桥设计:工作桥需满足启闭设备安装、人员操作及检修通行需求,桥面宽度根据通行要求确定,承载能力需根据设备重量、检修荷载确定;桥梁结构形式要结合闸室跨度选择,支座布置需确保受力均匀;工作桥与闸墩的连接需牢固可靠,设置防撞设施,避免设备运输或操作过程中对桥梁造成损坏。

### 2.2 消能防冲设施设计要点

消能防冲设施是保障水闸下游河道安全、避免水流冲刷破坏的关键,设计要点有:(1)消力池设计:需根

据过闸水流的地基性质、单宽流量、流速及下游水位条件,确定消能设施的形式;对于底流消能设施消力池长度需通过水力计算确定,确保水流在池内充分消能,避免出池水流仍具有较强冲刷能力;池深设计需考虑下游水位变化,保证消力池在不同工况下均能正常工作,同时设置在消力池末端设计排水孔及反滤层,以减小渗透压力。(2)海漫设计:海漫需布置在消力池下游,进一步消除水流余能,减缓水流对河道的冲刷;海漫长度需根据下游河道土质、水流流速确定,土质松软或流速较大区域需适当加长海漫;海漫材料需选择透水性好、抗冲能力强的材料,同时设置边坡,与下游河道平顺衔接,避免形成水流突变。(3)防冲槽设计:防冲槽需设置在海漫下游末端,防止水流淘刷海漫基础;防冲槽的深度与宽度需根据河道冲刷深度计算确定,槽内填充块石或混凝土块,确保能有效阻挡水流淘刷;防冲槽与海漫的连接需平顺,避免形成台阶,防止水流在此处产生漩涡引发冲刷;(4)铺盖布置与闸室上游及可能发生冲刷的区域,材料选择需具备足够的抗冲强度与耐久性;铺盖厚度需根据水流冲刷力计算确定,对于冲刷较严重的区域,可采取加厚铺盖或设置防冲齿墙的措施<sup>[2]</sup>。

### 2.3 防渗排水系统设计要点

防渗排水系统可有效控制水闸基础及两岸的渗透水流,防止渗透破坏,保障水闸结构安全,设计要点包括:(1)闸基防渗设计:需根据闸基土质、渗透系数及水头差,选择合适的防渗形式;水平防渗可采用铺设土工膜、黏土铺盖等方式,覆盖闸基上游区域,延长渗径;垂直防渗可采用水泥土搅拌桩、高压喷射注浆防渗墙等,深入闸基透水层以下的相对不透水层,阻断渗透水流;防渗结构的长度与厚度需通过渗流计算确定,确保渗透坡降满足规范要求,避免发生管涌、流土等渗透破坏。(2)两岸防渗设计:两岸防渗需与闸基防渗衔接,形成完整的防渗体系,防止水流从两岸绕渗;可采用设置防渗墙、帷幕灌浆等措施,防渗范围需覆盖两岸可能发生绕渗的区域,高度需超过设计水位;对于既有水闸加固,需对原有两岸防渗结构进行检查,若存在渗漏隐患,需采取修补或增设防渗设施的措施。(3)闸后泄槽基础排水设计:泄槽基础排水需设置在防渗结构下游侧,及时排除泄槽基础的渗透水,降低渗透压力;可采用排水盲沟、排水垫层等形式,盲沟需按一定间距布置,沟内填充碎石等透水性材料,顶部铺设反滤层,防止土颗粒流失;排水系统需与下游河道或排水设施连通,确保渗透水能顺利排出,避免在闸基内积聚。(4)岸坡排水设计:岸坡排水需针对水闸两岸岸坡,排除坡体内的雨水及渗透水,防止岸

坡湿陷或滑坡;可在岸坡设置排水孔,孔内填充透水性材料,排水孔布置需根据岸坡高度、土质条件确定,确保能有效降低岸坡含水量;岸坡表面需设置护坡,结合排水设施,形成岸坡防护与排水的协同体系。

### 2.4 启闭设备与控制系统设计要点

启闭设备与控制系统是保障水闸正常运行、实现闸门精准操作的关键,设计需兼顾可靠性、实用性与安全性,要点有:(1)启闭设备选型:根据闸门的尺寸、重量、启闭力及运行工况,选择合适的启闭设备类型;启闭设备的额定启闭力要大于实际所需启闭力,预留一定安全系数;设备的运行速度需根据过闸水流调节需求确定,确保能实现闸门的平稳启闭,避免水流突变;同时考虑设备的安装空间与维护便利性,选择结构紧凑、操作简便的设备。(2)启闭设备安装设计:设备安装基础要具备足够的承载能力,基础尺寸与混凝土强度需根据设备重量及运行荷载计算确定;安装过程中需确保设备的水平度、垂直度符合规范要求,避免因安装偏差导致设备运行故障;设备与闸门的连接需牢固可靠,设置过载保护装置,防止设备因超载损坏。(3)控制系统硬件设计:控制系统要配备中央控制器、人机交互界面、传感器及执行机构等硬件设备;中央控制器需选择性能稳定、运算能力强的设备,确保能实时处理各类数据并发出控制指令;人机交互界面需简洁直观,方便操作人员监控设备运行状态、设置运行参数及操作闸门;传感器需包括水位传感器、闸门位置传感器、电流电压传感器等,实时采集运行数据,为控制决策提供依据;执行机构需与启闭设备匹配,确保能准确执行控制指令。(4)控制系统软件设计:软件要具备数据采集与处理功能,实时采集传感器数据,进行滤波、校准等处理,确保数据准确性;具备闸门控制功能,支持自动控制与手动控制两种模式,自动控制模式可根据预设的水位、流量目标实现闸门自动启闭,手动控制模式可由操作人员直接控制闸门动作;具备故障诊断与报警功能,实时监测设备运行状态,发现故障时及时发出报警信号并显示故障位置与原因<sup>[3]</sup>。

## 3 河道治理工程中水闸的具体运用

### 3.1 水闸运行调度的实操要点

运行调度要结合河道水文动态与河道治理需求,精准平衡防洪、排涝、水资源调控目标,要点如下:(1)调度前准备:提前收集河道上下游实时水位、流量数据,结合短期降雨预报与径流预测,明确调度核心目标(汛期防洪、枯水期生态补水等);检查闸门启闭状态、设备运行参数及控制系统信号,确保无故障,备好手动应急工

具与预案。(2)分场景操作:防洪调度按预设水位阈值控制闸门开度,上游接近警戒水位时逐步泄洪,避免水流突变;排涝调度先核查下游通道能力,分批次开启闸门控速排水,防次生内涝;生态补水依生态水位算补水量,均匀开启闸门,防冲击岸坡。(3)动态监控:调度中专人实时监控闸门进度、水位变化及设备参数,接收传感器数据,异常时切换手动操作;记录闸门调整时间、开度及水位变化,形成日志供后续优化。

### 3.2 水闸日常维护的实操要点

日常维护是延长水闸寿命、避免故障的保障,覆盖设备、结构、环境维度,要点如下:(1)设备维护:每周清理启闭设备表面杂物,每月为传动部件加专用润滑油;每季度调试控制系统,校准传感器数据、修复信号线路;每月检查闸门止水装置,老化破损及时更换。(2)结构维护:每季度查闸室、闸墩等混凝土结构,细微裂缝用环氧树脂灌浆修补;每半年查消能防冲设施,清理泥沙石块,补固松动海漫块石;每季度查防渗排水系统,清堵塞物,渗漏点用高压喷射注浆封堵。(3)环境维护:每周清理河道漂浮物与垃圾,防堵塞闸门;每月查工作桥、防护栏,松动破损及时加固修补;每季度清理机房通风口与散热装置,保障温湿度符合设备运行要求。

### 3.3 水闸安全监测的实操要点

安全监测是提前识别风险的关键,要建系统化体系,要点如下:(1)设备布置与数据采集:在闸墩、闸室基础设位移传感器监测沉降与水平位移,闸基设渗压传感器监测渗透压力,河道设水位流量传感器;日常每小时采数,汛期或暴雨每15分钟采数,数据自动上传平台,确保

完整。(2)数据处理与分析:每日预处理数据,剔除异常值,用软件做趋势分析(如绘渗压、位移曲线);每周对比数据与设计阈值,接近阈值时组织技术人员分析,判断潜在风险(如渗压增大或预示防渗失效)。(3)风险预警与响应:按数据超阈值程度设预警等级(一般:接近阈值;重要:超10%内;紧急:超10%以上)。一般预警加密监测;重要预警暂停调度,现场核查定整改方案;紧急预警启动预案,疏散人员、临时加固(如铺防渗膜),上报部门,风险排除后恢复运行<sup>[4]</sup>。

结束语:水闸在河道治理工程中发挥着不可替代的作用,其设计要兼顾功能需求与工程实际,运用要依托规范流程与科学监测。本文通过明确水闸设计核心要点与运用实操方法,形成了较为完整的技术体系,可有效指导水闸工程实践。未来可进一步探索智能化技术在水闸设计与运用中的融合,如引入AI调度系统、无人机巡检等,不断提升水闸工程的智能化水平,为河道治理工程高质量发展注入新动力。

### 参考文献:

- [1]陈敏.关于河道治理工程中水闸的设计及运用分析[J].中国水运,2020(9):136-138.
- [2]文杰.水利水电工程中型水闸河道治理工程施工组织设计研究[J].湖南水利水电,2025(3):27-29.
- [3]俞铭琦,徐义桦,陈柳杰,汤利成,邹晓华,徐铭超.水利工程水闸河道治理的优化设计[J].水上安全,2025(2):1-3.
- [4]许宇翔,许陈杨.水利工程水闸河道治理设计研究[J].水上安全,2023(16):163-165.