

# 探析水工建筑中的水闸工程设计与施工

苑旭

启东市水务局堤闸管理所

DOI:10.32629/hwr.v9i11.6639

**[摘要]** 本文主要研究水工建筑的水闸工程设计与施工。首先阐述水闸工程的重要意义及发展现状,指出水闸工程在防洪排涝、蓄水灌溉等方面有重要的作用,但是设计和施工方面仍存在不足。接着从设计角度分析水闸选址、结构形式选择、水力计算等关键点;从施工角度分析施工准备、基础处理、混凝土浇筑等环节的要点及问题应对。以启东地区实际案例为依据来检验设计、施工策略是否合理。通过研究得知,科学合理的设计、施工对于保证水闸工程的安全、稳定运行起着至关重要的作用,可以提高整个水利工程效益。

**[关键词]** 水工建筑; 水闸工程; 工程设计; 工程施工

**中图分类号:** TV66 **文献标识码:** A

## Analysis of the Design and Construction of Sluice Gates in Hydraulic Structures

Xu Yuan

Qidong Water Bureau Dizha Management Office

**[Abstract]** This paper focuses on the design and construction of sluice gate projects in hydraulic structures. It begins by expounding the importance and current development status of sluice gate projects, highlighting their critical roles in Flood Control, Drainage, Water Storage, Irrigation, and other aspects, while also pointing out deficiencies in design and construction practices. From a design perspective, it analyzes key points such as site selection, structural form choice, and hydraulic calculations. From a construction standpoint, it examines essential aspects and problem-solving strategies for construction preparation, foundation treatment, concrete pouring, and other stages. Using practical cases from the Qidong area, the rationality of design and construction strategies is validated. Research indicates that scientific and rational design and construction are crucial for ensuring the safe and stable operation of sluice gate projects, thereby enhancing the overall effectiveness of water conservancy projects.

**[Key words]** Hydraulic Structures; Sluice Gate Project; Engineering Design; Engineering Construction

水闸工程属于水利基础设施的关键部分,在防洪减灾、水资源调配等方面有着不可替代的价值。由于全球气候变暖和城镇化进程加快,极端天气事件频繁发生,水闸工程的功能性和安全性要求越来越高。目前我国水闸工程建设虽然在规模和技术上取得了很大的进步,但是其设计合理性和施工质量控制还存在不足。项目因前期勘察不够、设计方案脱离实际、施工工艺不规范等造成工程长期运行效能不高。因此,对水闸工程设计与施工的关键技术要点进行分析,提出优化方案,对于提升工程质量和保障水资源的可持续利用有着十分重要的现实意义。本文从理论与实践两方面入手,主要分析水闸工程在设计选址、结构选型、水力计算、施工控制等方面所存在的关键问题,希望给相关工程提供一定参考。

### 1 水闸工程设计与施工的重要意义及发展现状

水闸工程属于水利基础设施的重要组成部分,对于水资源综合管理来说有着无法替代的价值。从功能上来说,主要的价值是防洪调控和蓄水灌溉这两个方面。通过闸门准确启闭来调节河道水位,发挥防洪排涝功能,水闸运行还有挡潮、灌溉、改善区域水环境等综合效益。

近几年来,我国水闸建设规模和技术水平均取得显著进步,一批具备自动化控制功能的大型现代化闸站相继投入使用。这极大地提高了水资源调度的准确度和效率。但同时也应该意识到,现阶段行业的许多工作还存在问题,部分项目前期勘测工作不到位、设计方案不能很好契合实际情况,施工现场质量控制体系不够完善,使得工程很难长久可靠地运行。因此需要从全流程管控、技术创新和标准化建设三个层面,不断提高水闸工程整体质量及可持续运营的能力。

## 2 水闸工程设计要点

### 2.1 选址布局与场地适应性分析

水闸工程选址布置决定项目整体效果及长期运行。确定闸址时要综合考虑地形地貌、水文地质条件和环境影响,选择地势开阔、地基承载力好、利于施工组织、工程难度小的区域<sup>[1]</sup>。对软土地基等不良地质条件要提前采取相应的地基加固措施。在平面布置方面,根据功能要求确定闸室尺寸及上下游连接段的形式,设置导流墙、消力池等结构,改善水流条件,减小对河床、岸坡的局部冲刷,保证水流平稳过渡、能量有效消减。

### 2.2 结构选型与技术经济比较

水闸的结构形式繁多,常见的有开敞式、胸墙式和涵洞式等,各自有不同的适用条件和特点。开敞式水闸结构简单、过流能力强,适合水位变幅大的防洪工程,但寒冷地区要注意闸门防冻;胸墙式水闸通过设置胸墙来降低闸门的高度,在满足过流要求的同时又具有较好的经济性,适用于中低水头工况;涵洞式水闸多用于对空间有限或者对环境隐蔽有要求的场合,不过其内部通风排水、后期维护较为不便。设计人员要依照功能需求、建设条件及限制,展开多种方案的技术经济对比,挑选出最合适的结构形式。

### 2.3 水力特性与消能防冲设计

水力计算是水闸设计的主要工作,主要指过流能力、水头损失、消能防冲等的计算。运用水力学理论及物理模型试验,可以精确预测水闸在不同水位组合下的泄流能力,为水闸孔口尺寸确定及运行调度提供依据。水头损失计算可以找出水流能量转换的关键区段,优化结构体型来提高水力效率。消能防冲设计主要是为了解决下游水流衔接的问题,在下游设置消力池、护坦等设施来消耗水流能量,防止水流冲刷下游河床、岸坡。

### 2.4 结构稳定与地基承载力验算

水闸结构稳定性是保证水闸长期安全运行的基础,需要重点做抗滑、抗倾覆验算。抗滑稳定分析主要是评估闸室在水平荷载作用下的安全性,安全系数不够时可采用增加基础压重、设置抗滑桩等方式。在不同的荷载组合下对闸体抗倾覆进行校核,在极端水位和地震等情况下更要注意。另外需要严格验算地基的承载力,控制沉降变形在允许范围内,防止地基失效造成结构损坏。

## 3 水闸工程施工要点

### 3.1 施工准备

充分的施工准备工作是保证水闸工程顺利进行的前提,对项目的进度控制、质量保证、安全实施起着决定性的作用。技术准备阶段,施工单位要安排专业技术组对设计图纸开展全面检查,正确领会设计意图,清楚关键技术参数和施工准则。同时结合工程特点和现场情况编制出切实可行的施工组织设计,确定合理的进度计划和质量保证措施及安全施工保障计划。

材料设备准备工作对于工程的实施来说非常重要。施工单位按照设计要求,严格挑选出符合标准的水泥、钢筋、骨料等建筑材料,建立健全的进场检验制度<sup>[2]</sup>。施工机械调配和进度计划

要协调一致,保证挖掘机械、起重机械、混凝土搅拌设备等处于良好的工作状态,满足各个施工阶段的要求。

施工现场准备工作的内容有场地整理、临时设施的搭建和水电供应系统。需要清除现场的所有障碍物,做好场地平整,为后续施工创造有利条件。临时办公区、生活区的搭建要依照规范执行,以及妥善安排水电网的分布,保障施工时资源供应稳定。

### 3.2 基础处理施工

地基处理是保证水闸结构稳定的工序。软土地基条件一般采用换填法、排水固结法或者桩基法等处理方法。换填法是将软弱土层置换为强度较大的砂石材料;排水固结法是采用竖向排水体系使土体提前固结;桩基处理法是设置桩体将荷载传递到深层的稳定土层上。

施工过程中一定要按照设计方案、技术规范的要求进行。换填施工要重点把控填料质量与压实效果,排水固结作业要合理安排排水设施的布局与施工流程,桩基工程要保证桩体的垂直精度、长度和完整性达标。应当建立全程质量监督系统,发现施工中出现的故障问题并迅速解决。

### 3.3 混凝土施工

混凝土施工是水闸工程建设的核心环节,混凝土施工质量的好坏直接影响到水闸结构的强度和耐久性。在混凝土的制备过程中要严格控制原材料的质量及配合比。水泥要选用质量稳定、强度等级符合要求的产品;砂石要保证级配良好、含泥量符合标准。根据设计要求和试验结果来确定合理的混凝土配合比,使混凝土的强度、和易性、耐久性等性能指标符合要求。

混凝土浇筑为关键步骤,用分层分段浇筑法保证混凝土均匀密实。浇筑过程中要注意浇筑高度和浇筑速度,防止出现混凝土离析现象。同时用振捣器充分振捣,以排除混凝土中的气泡,提高其密实度。混凝土养护也不能忽视,浇筑完成后立即用塑料薄膜、草帘等保湿材料覆盖起来,定期洒水养护使混凝土表面保持湿润,防止混凝土失水过快导致混凝土产生裂缝。

### 3.4 金属结构及机电设备安装施工

金属结构及机电设备的安装质量直接影响水闸的正常运行和使用寿命。闸门安装时要按照设计尺寸及安装工艺标准执行。安装前应对闸门进行全方位的检查,保证闸门的尺寸准确、表面平整、无缺陷。安装时用精确的测量仪器来定位,保证闸门垂直度、水平度符合要求;同时安装好止水装置,保证闸门的密封性良好,防止漏水现象发生。

启闭机安装要保证运行平稳、可靠。在安装前应对启闭机进行调试和检验,检查其各项性能指标是否正常。安装时应注意启闭机和闸门连接牢固、传动灵活,无卡阻。电气设备安装要符合电气安全规范,并保证线路连接正确,绝缘良好。安装完毕后要开展全面调试及试运行,查看金属结构及机电设备的工作状况,及时找出问题并解决,保证水闸可以正常工作。

## 4 启东地区水闸工程案例

### 4.1 启东地区地理位置与河道情况

启东地处长江流域,南临长江入海口北支,东、北两侧濒临黄海,市内内河水系纵横交错,密度较高,且各级河道基本相互贯通,水系发达,据统计,全市拥有三级以上河道76条,总长1042.09km。其中一级河道2条,即通吕运河、通启运河,境内总长40.75km;二级河17条,总长391.06km;三级河道57条,总长度610.28km<sup>[3]</sup>。特殊地理位置和密集水网给启东的水资源管理和利用带来了各种挑战与机遇,通过合理设置水闸来达到对水资源有效调控。目前启东有沿江沿海涵闸16座、内河节制闸28座和城区控制闸站31座<sup>[4]</sup>,这些水闸在城市发展中扮演着防洪、挡潮、排涝、蓄淡、生态调控等至关重要的综合角色。

#### 4.2 启东红阳河闸工程设计与施工实例

以启东红阳河闸为例,该水闸的主要作用就是防洪排涝。在设计阶段,设计团队对当地的地形地貌、气候条件、水文状况都做了充分的考虑。经过详细的地质勘察得知该地区地基为软土地基,在基础处理设计上采用等芯劲性复合桩方式,提高地基的承载力与稳定性。在水闸结构形式上根据过流能力和水位变化情况选择了胸墙式结构,既能满足过流要求又可以降低工程投资。

施工单位在施工过程中严格按照设计要求、施工规范进行施工。基础处理阶段合理安排MC等芯劲性复合桩的施工顺序与节奏,保证地基处理效果。在混凝土施工时,加强对原材料、混凝土浇筑及养护的管理,保证混凝土质量。金属结构及机电设备安装时,认真安排施工,保证了闸门、启闭机安装准确,运行可靠。经过严格验收,该水闸工程质量符合设计要求,投入使用后运行正常,起到防洪排涝作用,对当地经济发展和生态保护起到了重要作用。

#### 5 水闸工程设计与施工策略建议

##### 5.1 加强设计阶段的管理与优化

设计阶段是水闸工程建设的灵魂,加强设计管理对提高工程质量非常重要。设计单位要建立完善的质量管理体系,加强设计人员培训管理,提高设计人员专业素质和责任感。在设计中应做好现场调研,准确地搜集地质、水文等基础资料,以保证设计有可靠的根据。同时要引进先进的设计理念和技术手段,用BIM技术进行三维建模和模拟分析,提高设计的科学性和合理性。另外要强化设计审查论证工作,组织专家对设计方案进行严格的评审,及时发现设计中的问题,科学地解决,保证设计方案满足工程实际需要和规范要求。

##### 5.2 强化施工过程的质量控制

施工过程中质量控制是保证水闸工程质量的重要工作。施工单位要创建完善的质量保证体系,明晰各级管理人员及施工

人员的质量责任,把质量控制目标细化到每一个施工环节和岗位。加强对施工所用原材料的质量检验工作,控制好原材料的进货渠道,保证施工所用原材料的质量符合要求。施工过程中严格按照施工工艺、操作规程施工,加强现场质量检查、监督,及时发现、纠正施工中的质量问题<sup>[5]</sup>。对关键工序和隐蔽工程进行旁站监理,保证施工质量达到要求。做好施工记录及质量评定工作,为工程验收与后期养护提供资料。

##### 5.3 注重技术创新与人才培养

在技术创新方面,应建立产学研用协同机制,重点研发新型防渗材料、智能监测设备等关键技术,加快BIM等数字化技术应用。同时构建多层次人才培养体系,通过优化高校课程设置、加强在职培训、完善继续教育等途径提升专业人员素质。还要建立以实践能力为导向的人才评价机制,并积极开展国际交流合作,吸收先进经验,为我国水闸工程高质量发展提供坚实支撑。

#### 6 结束语

水闸工程的设计和施工是一个涉及多个专业、多个环节的系统工程,其质量直接影响到整个水利系统的运行效率和安全。通过本文的分析可以得知,科学的设计方法、严格的施工控制、不断的技术创新是保证水闸工程长期运行的关键。随着新材料、智能监控、BIM等先进技术的广泛应用,水闸工程将朝着更安全、高效、智能的方向发展。还要重视跨专业协同和人才培养,增强工程全生命周期的质量管理意识,以提高对复杂自然条件和使用需求的应对能力。只有在理论探索与实践总结相融合的基础上,持续改进工程设计及施工策略,才能最大限度发挥水闸工程在防洪、蓄水、生态等方面的作用,为区域水安全与可持续发展提供强有力的支撑。

#### [参考文献]

- [1]李保轩.树新水闸工程设计和施工要点[J].河南水利与南水北调,2021,50(05):90-92.
- [2]顾宽海,施挺.复杂地质和环境条件下水闸围堰工程设计技术[J].水运工程,2018,(06):52-58.
- [3]《启东市现代水网建设规划(2024-2035年)》(启政办发〔2025〕13号).
- [4]《启东市水系规划(2021-2030年)》(启政复〔2021〕91号).
- [5]郑学良.关于水利水电工程中水闸设计与施工的探讨[J].低碳世界,2016,(28):107-108.

#### 作者简介:

苑旭(1988—),男,汉族,吉林松原人,硕士研究生,工程师,研究方向:水利工程。