

# 水利工程中水闸设计常遇到的问题及其措施优化

梁景培

中山市水利水电勘测设计咨询有限公司 广东中山 528403

**摘要:** 水闸是一种既能抵挡外江洪(潮)水又能泄水内涝的低水头水工建筑物,其主要作用除了通过闸门的启闭控制流量和调节水位外,还担负着防止潮水倒灌以及汛期排泄洪(涝)水的功能。水闸作为水利工程中必不可少的主要建筑物,其直接关系到水利工程的功能及其作用的发挥。因此,要求设计人员根据水利工程的特点,制定科学有效、经济合理的设计方案,以促进水闸使用价值的不断提高。因此本文主要结合水利工程中水闸的分类,简单阐述一些水闸设计中常遇到的问题,并提出了具有针对性的有效措施进行优化。

**关键词:** 水利水电;水闸设计;优化措施

## The problems often encountered in the design of sluice in hydraulic engineering and the optimization of measures

Jingpei Liang

Zhongshan water resources and Hydropower Survey and Design Consulting Co., Ltd. (Zhongshan 528403, Guangdong)

**Abstract:** The sluice is a low-head hydraulic structure that can not only withstand the flood (tide) of the outer river but also discharge the water and waterlogging. Its main function is not only to control the flow and regulate the water level through the opening and closing of the gate but also to prevent the tide from flowing back and discharging the flood (waterlogging) water in the flood season. As the essential main building in the water conservancy project, the sluice is directly related to the function and function of the water conservancy project. Therefore, designers are required to formulate scientific, effective, economic, and reasonable design schemes according to the characteristics of water conservancy projects to promote the continuous improvement of the use value of the sluice. Therefore, this paper mainly combines the classification of sluices in water conservancy projects, briefly expounds on some problems often encountered in the design of sluices, and puts forward targeted and effective measures for optimization.

**Keywords:** Water Conservancy and hydropower; Sluice design; Optimization measures

### 引言:

随着社会经济的飞速发展,居民生活水平日益提高,现有的水利基础设施已经不能满足城镇建设的需要,在一定程度上制约了经济的发展,原有的防洪、排涝系统已远远不能满足经济发展要求,需重新确定标准进行整治。因此,建设符合发展要求的水利设施,改善投资环境及水环境,为国民经济的持续、快速、协调发展和维护社会安定提供有利的保障。大有东水闸重建工程位于中山市阜沙镇,阜沙镇地处亚热带季风气候区,属亚热带季风海洋气候,气候温和潮湿,具有温暖多雨、光热充足、温差较小、夏季长等气候特征。区内雨量多、强

度大,地势低平,既受洪水、暴雨侵袭又受台风、暴潮威胁,涝渍灾害时有发生。随着近年来防灾减灾工作开展,五乡联围抗御洪水、暴潮的标准不断提高,但其排涝能力仍不足够,自2000年以来,阜沙镇区出现多次不同程度的内涝,对生产和人民的生活造成不便,若洪水暴潮期间遭遇大雨,内涝损失不可估量。本工程实施后,配合联围其他水利工程,有助于完善洪水预报预警系统。制定全面、可靠的防御超标准洪水预案,建立群围(泵)联控调度运行方案,形成高标准的防洪排涝体系,枯水期通过科学、合理的调度,补充置换河涌生态景观用水,改善河涌水质、水环境。

## 1. 水利水电工程中的水闸分类

水闸按照其作用可分为：①进水闸：又称渠首闸，由于其具有直接向用户提供水资源的作用，并通常被合理运用在河流、沟渠与水电站等的上，因此能够有效地严格控制道路的供水量；②节制闸控制河道流量与水位变化的作用，首先通过枯水期启闭水闸，全面提高了河道水位，很好地支持了上游地区的吸水与通航。其次在雨季通过打开与关闭闸门来调整河流，以满足每个河流阶段的实际用水需求；③泄水闸：主要是宣泄水工建筑物超蓄的洪水或存水，确保建筑物的安全。④排水闸：当受外江水位顶托时，关闭排水闸，防止外江洪水倒灌；当内河水位高于外江水位时，打开排水闸进行排水。位于滨海地段或出海口附近的排水闸称为挡潮闸，用来挡潮、蓄淡、排涝。涨潮时关闭闸门，防止潮水倒灌，拦蓄内河淡水。退潮时，开启闸门进行排涝、冲淤、换水，当外江水位低于景观水位时需关闸，确保内河灌溉引水、景观水位等的需求；⑤分洪闸：通过开闸泄洪的方式将超泄洪水泄于分洪区或滞洪区，避免洪水外泄，保证下游居民生产生活的安全；⑥冲沙闸：冲洗沉积的泥沙，使沉积的泥沙借水流的冲刷作用经闸孔下泄至下游河道或低洼地区，防止其一随水流入河道的水闸。大有东水闸位于五乡联围堤防上，挡水水头较高，水位变幅较大，工程主要功能为防洪（潮）及排涝，属于挡潮闸。根据闸室结构型式，可将水闸分为三大类：开敞式水闸：具有泄流能力大，超泄能力强的特点，一般用于拦河闸、泄洪闸、排冰闸等。胸墙式水闸：当上游水位较高，而下游河道受限时，为了减少闸门的高度而设胸墙代替部分闸门挡水。涵洞式（封闭式）水闸：一般挡水水头高，泄水量小，闸（涵）身上部填土封闭，涵洞可设计为有压或者无压的，常用于穿过堤防的水闸<sup>[1]</sup>。由于内河渔民小船需进出水闸，故大有东水闸选择开敞式。

## 2. 水闸主要建筑物

水闸顺水流方向依次由内河连接段、闸室段、外江连接段三部分组成。内河连接段一般由抛石防冲槽、砼框格海漫、消力池等组成。闸室段是水闸主体部分，一般由下部结构和上部结构组成，其中下部结构主要包括闸底板、闸墩、闸门、胸墙等，上部结构主要包括启闭机房、工作桥、交通桥以及检修桥等。外江连接段一般由抛石防冲槽、砼框格海漫、消力池等组成。

## 3. 目前水利水电工程中的水闸设计问题

### (1) 水闸选址设计

水闸的兴建，做好水闸选址是十分关键的，同时还会影响相关水利工程的作用和效益，特别是在软土地区，

因选址不当或者没有很好的进行基础处理，造成水闸基础失稳、水闸失灵，导致事故隐患发生的重要原因之一。

### (2) 水闸稳定及沉降计算

在水闸关闭抵御高潮水位时，会导致水闸外江水位与下游水位产生较大的水位差，造成水闸向着内河侧方向移动。

当水闸所处的地基为软弱土层时，软弱土层的压缩性比较强，水闸在自重以及外部荷载双重作用下会产生沉降问题，尤其是当水闸地基坐落在不同软弱土层时，水闸极易发生不均匀沉降，闸室出现开裂或者倾斜现象，影响其在正常运行中的安全性、稳定性严重情况下将导致水闸断裂，导致水闸失去正常使用功能，危及围内群众生命财产安全。

### (3) 水闸消能防冲设计

水闸是一种依靠闸门开度来控制水位及过流能力的水工建筑物，当开闸泄水时，在上下游水位差的作用下，过闸水流往往具有较大的流速，会引发冲刷问题，流态也较复杂，通过长时间的冲刷作用，容易导致闸室地基被掏空，更有甚者会致使水闸失事。

### (4) 渗流稳定计算

水闸挡水使水闸上下游存在水位差，由于水位差的作用，水闸两侧和闸基会出现不同程度的渗流情况。水将通过地基及两岸向下游渗流，渗流过程中会携带许多细颗粒，严重时水闸地基和两岸的土体会被掏空，危及水闸安全，将会失去水闸挡水、蓄水的功能。

## 4. 水利水电工程中的水闸设计优化措施

### (1) 科学合理选择闸址

水闸选址不当是造成事故的重要原因，关乎下游人民群众生命财产安全。因此水闸选址应遵循以下原则：水闸选址应根据区域水利规划、城市总体规划、水闸规模、运行特点等要求，综合考虑地形地貌、地质条件、河流水系、工程布置、对外交通、征地拆迁、施工条件、环境、运行管理等因素，经技术经济综合比较分析各拟定闸址优劣后选定<sup>[2]</sup>。选定的水闸闸址还应具有以下特点：①满足上位规划要求；②满足排涝要求；③与现状内外河连接平顺，利于排水；④工程占地少；⑤减少对周边建筑物影响；⑥投资相对节约。

在满足水闸功能的前提下，为使闸室稳定及防止不均匀沉降，应尽量选择承载能力高、压缩性能小的天然地基。若选定闸室地基为软弱土层时，应根据地基条件、水闸建筑物基础受力特点及当地基础处理的一般经验等综合考虑，采取有效地基处理方式，确保水闸安全、正常运行。

## (2) 做好闸室安全计算

要确保水闸功能得到最大程度的发挥,设计工作中要尽可能提高闸室的安全性和稳定性,严格参照设计规范以及现场勘察资料,通过增加水闸自重的方式来确保水闸的稳定。在进行水闸设计中,应对闸室的安全稳定性进行缜密的计算,不仅要进行工况组合的选取,而且应根据不同工况组合,进行基底应力以及抗滑稳定性方面的计算。在进行基底应力的计算过程中,要做好力矩计算,并且要对工程正常运用状态下的基底应力进行仔细的计算与复核<sup>[3]</sup>。对于水闸的抗滑稳定性计算来说,要合理确定抗滑稳定系数。

水闸设计时应确保水闸有足够的水平抗滑力,以维持自身稳定。

综上所述,水闸应根据计算采取必要的地基处理措施,确保水闸在施工、运行各时期,都不产生过大的沉降,不致因基底压力的作用使地基发生剪切破坏而失稳<sup>[4]</sup>。设计工作中要针对不同的地质状况合理选取基础处理方法。

## (3) 规范水闸消能防冲设计

水闸设计时除保证足够过水能力外,还需要采取有效的消能防冲设施,以防止产生有害的冲刷<sup>[5]</sup>。水闸消能防冲一般由消力池、砼框格海漫、防冲槽、上下游翼墙及河床防护等部分组成。做好消能防冲对于提高水闸设计的整体水平有着重要的影响,设计过程中要适当选取消能防冲设计条件,合理设计消能防冲设施布置,充分利用当地合适防冲材料,保证消能防冲设计效果,防止水闸遭受严重冲刷。在条件允许的情况下,还应该在消能防冲设计中应用先进的信息技术手段,如采用水力模型试验、BIM技术等,就防冲设计方案的合理性进行验证,确保水闸工程在建设完成后,能够保持稳定可靠的运行状态,具备较好的消能防冲性能。

## (4) 做好防渗处理

水闸设计时,应妥善设计防渗和排水设施,并在渗流逸出处设置反滤层等,将闸基中的渗水有计划的排向下游,以减小闸底板的渗透压力,增加闸室稳定性,以防止发生渗透变形。凡具有防渗要求的缝都应设止水,避免发生渗漏危害。为防止闸基沉降造成闸底板与基础脱空形成渗流通道而发生渗透破坏,设计时考虑在闸室底板上、下游侧及两侧边墩增设钢板桩防渗墙围封,在闸底板预留灌浆孔以及在闸墩适当位置处预埋灌浆管<sup>[6]</sup>。

闸底板预留灌浆孔于工程水下验收前进行灌浆,用来填充施工时可能存在的砼碎桩头、石粉、砂质土空隙,灌浆材料宜采用水泥粘土浆或水泥砂浆,灌浆结束后采用膨胀细石砼进行封堵灌浆孔;在闸墩处预埋灌浆管是为了防止水闸竣工后,在日常使用过程中出现水闸下卧层土体可能固结沉降造成底板与地基土之间脱空而产生的空隙、水闸两侧墩(边)墙与连接堤之间出现裂隙时进行灌浆加固的需要,灌浆材料宜采用粘土浆,用来填充下卧层土体可能固结沉降造成底板与地基土之间脱空而产生的空隙,在灌浆结束泥浆凝固后,采用专用封头封堵,用于日后重复灌浆。

## 5. 结束语

修建水闸工程的效益不单单从原来单一保障农业生产以及防洪排涝工作转变为国民经济基础产业。做好水闸设计工作,明确水闸设计在水利水电工程中的重要性,并根据工程建设的要求做好规划工作。因此,在水闸设计中一定要保证前期资料收集的精准性以及完整性,在此基础上进行水闸设计,本文中提到的水闸设计常见问题,实实在在贯穿水闸设计、施工以及运行,设计过程中慎重选择对策,保证水闸设计的科学性、合理性、经济性和安全性,要求设计人员进行深入分析与完善,对问题采取科学合理有效的解决对策与优化措施进行解决,充分发挥水闸的功能及其作用,是促进经济和社会发展的基本保障。不断提高水利水电工程的社会效益与经济效益,进而在最大程度上全面促进水利行业的可持续发展。

## 参考文献:

- [1]李刚.水利水电工程中的水闸设计问题及其设计分析[J].河北农机,2022(6):61-63.
- [2]张洪祥.水利水电工程景观设计规划——评《水闸加固与生态景观设计》[J].人民黄河,2020,42(11):后插3.
- [3]陈泽宏.水利水电工程中水闸施工技术探析[J].建材与装饰,2020(4):298-299.
- [4]甲宗霞,范文涛.刍议水利水电工程中水闸的设计优化[J].农村经济与科技,2020,31(10):53-54.
- [5]古志辉.水利水电工程中水闸施工技术与管理的探讨[J].珠江水运,2020(14):35-36.
- [6]卜宁.水利水电工程水闸施工技术与管理探究[J].河南建材,2020(5):113-114.