

# 水利水电工程中水闸设计问题及其优化措施

杨洋

河北省水利水电勘测设计研究院集团有限公司

DOI:10.12238/jpm.v3i10.5374

**[摘要]** 在水闸的设计工作中, 由于设计工作的复杂性和综合性, 需要考虑的因素有很多。因此, 在进行设计前, 必须对现场的实际状况进行深入的调查, 并依据相关的技术指标, 对其进行设计。通过对水闸的不断优化和革新, 使其在设计上有了更大的提高, 从而使水利水电工程的效益和效益得以提高。本文通过对水闸设计中测绘精度不足、疏忽防冲刷防渗透设计、水闸类型选用不当、闸室底板尺寸不合理等问题进行了梳理, 并根据水闸设计中出现的问题, 提出了水闸结构设计的优化对策。

## Design of Sluice in Water Conservancy and Hydropower Project

Yang Yang

Hebei Water Resources and Hydropower Survey, Design and Research Institute Group Co., LTD. Tianjin Hebei District 300250

**[Abstract]** In the design work of the sluice, there are many factors to be considered due to the complexity and comprehensiveness of the design work. Therefore, before the design, it is necessary to conduct an in-depth investigation into the actual situation of the site, and to design it according to the relevant technical indicators. Through the continuous optimization and innovation of the sluice, its design has been greatly improved, so that the benefits and benefits of water conservancy and hydropower projects can be improved. This paper sorts out the problems such as insufficient mapping accuracy, negligent anti-erosion and anti-seepage design, improper selection of the sluice type, and unreasonable size of the sluice chamber floor, and puts forward the optimization countermeasures for the problems in the design of the sluice structure.

### 1 引言

水利水电是国家重大民生工程, 水闸在水利建设中具有无可取代的地位, 它是一种重要的水工结构, 它不仅具有挡水和排水功能, 而且它的主要功能是控制水流[1]。水闸的施工地点大都在平原河网区域的交叉河口, 为确保水闸的稳定, 在施工过程中, 必须在地形简单、地基结构稳定、水位较低的地方施工。水闸的结构稳定性、渗透、沉降、冲刷等问题, 应根据水闸的施工地点的选取, 确定水闸的基础承载力、渗透压力、消能、抗冲计算, 从设计上加强水闸结构的稳定性。

### 2 水利水电工程中的水闸分类

水闸类型主要分为以下5种:

#### (1) 进水闸

进水闸又名渠首闸, 它的主要作用是向下游输送水源, 一般设置在河道、护岸、渠首、蓄水池等部位, 可对输水系统的总供给进行严格的控制。

#### (2) 节制闸

节制闸的作用是调节河水的流量和水位, 在枯水期开启或关闭水闸, 可以提升河道的水位, 为下游地区的供水、航运提供很好的支持; 在丰水期, 可通过开启或关闭水闸来调节河道的流量, 以满足不同河段的需要; 在洪峰期间, 可以开启或关闭水闸, 从而可以有效地控制河道的泄洪总量。

#### (3) 排水闸

由于水闸高度较高, 底板高度较低, 因此可以有效地阻止高水位的外河水位, 保证在较短的时间内排出低洼处的积水。在外河水位升高时, 采取关闸措施, 防止外河河水倒灌; 在外河水位较低的情况下, 可以利用泄洪水闸把水排到外河。

#### (4) 挡潮闸

与其它水闸相比, 挡潮闸的功能更为丰富, 除了基本的防潮功能之外, 还具有蓄水、排涝、排涝、排涝等功能, 可以为河道提供双向洪水, 当遇到外潮时, 可以起到防止海水倒灌的效果, 同时也可以提高河道水位, 满足蓄水灌溉的需要; 在涨潮期间, 可以利用挡潮水闸进行排水, 有些设置了可通航的水闸, 在涨潮期间可以达到正常航行。

#### (5) 分洪闸

水闸具有很强的分流和泄洪能力, 通常设在河流的合适地段, 当洪水过大, 并到达相应的水闸位置时, 可以采取开闸泄洪的办法, 防止洪水外泄, 将洪水引入后蓄洪区、滞洪区, 从而减少下游人民的生产和生活。此外, 根据过闸流量, 可将水利水电工程的水闸划分为3种: 一是流量超过1000立方米/秒的大型水闸; 二是流量100-1000立方米/秒的中型水闸; 三是一种流量小于100立方米/秒的小型水闸。因此, 为了确定水闸的种类和有关问题, 必须在设计时充分考虑到水流的影响。

### 3 目前水利水电工程中的水闸设计问题

#### 3.1 工程概况

在一条河流上,修建了一座水闸,它的功能就是用来调节水位,用来灌溉农田。该水闸的最大流量为 360 立方米/秒,可以满足广大的农田灌溉需要。除满足农业生产要求外,还应具备防洪、排涝的要求,根据设计要求,应达到 5a 的防洪标准,以及 20a 级的防洪标准。5a 一遇防洪排涝能力  $Q=260$  立方米/秒,水闸竣工后,对应闸下游水位为 39.9m,泄洪时闸上、下游允许水头差  $h \leq 0.1$ m。20a 一次洪水流量  $Q_1=550$  立方米/秒,水闸下游对应水位 41.8m,水闸建成后,上、下游水头差  $h \leq 0.2$ m。在此基础上,水库的正常灌溉水位为 41.0 米,其下游河段的水位变化情况如表 1 所示。表 1 河道水位流量关系表

水深/m	流量/(m <sup>3</sup> /s)	水深/m	流量/(m <sup>3</sup> /s)
0.5	6.22	2.0	64.5
1.0	19.92	2.5	94.6
1.5	39.6	3.0	129.3

进行水闸设计时遇到以下 4 个问题:测绘精度低;忽略了防冲刷防渗透设计;水闸类型选择不合理;闸室底板选择不合理。

#### 3.2 测绘精度低

在 H 省某水闸的设计中,工作人员利用测绘技术对河道及其周围建筑物进行了全面、精确的测量,其测量精度直接影响到设计的合理性。水利水电工程的测量与传统的建筑测量方法不同,其测量地点为陆地,在测量过程中常常会产生岸上坐标和河段内坐标的超限,这不仅是因为工作场所的原因,更重要的是因为设计者对测量工作的不熟悉,在利用 GPS 进行测量时,没有对整个区域进行精确的测量,导致测量数据不精确,导致测量数据无固定解,数据结果超出极限,在绘制地形图时,因控制点问题导致地图偏离,从而影响水闸设计,导致水闸位置偏离设计,导致水闸位置偏离设计,导致水闸整体位置发生偏移。

#### 3.3 忽略防冲刷与防渗透设计

闸基地质条件、闸基两侧的剖面布置、上下水位差是水闸防渗设计的重要内容。从工程的基本情况来看,水闸处于平原地带,按我国区域土壤类型划分,其基础是土基,在土基上修建水闸,必须对坝基进行计算,以确保坝基的稳定。然而,在水闸的设计中,考虑到水闸的最大作用,使灌区和泄洪量尽量增大,而忽视了水闸的防冲、防渗功能。尽管该工程的上游和下游流量差异很小,但由于该工程周边有大片的农田,因此在施肥的同时,土壤中存在大量的化学离子,这些化学离子进入河道后,会引起水工建筑的化学腐蚀,从而导致结构的破坏。而 H 省地处我国的中部,夏天温度高,昼夜温差大,很容易引起大型混凝土的温缩开裂,导致水流进入建筑内部,导致结构的耐久性降低。因此,要加强水闸的防冲、防渗设计,以提高水闸的防冲、防渗性能。

#### 3.4 水闸类型选择不合理

在进行水闸设计时,选型对水闸的作用有很大的影响。普通水闸的选型多为功能性,在满足最大使用功能的前提下,选

用施工简便的水闸。而在特殊的环境条件下,必须从环境因素入手。对水闸的选型不够合理,会造成水闸不能正常的使用,从而影响到项目的运行。在设计该工程时,应考虑到水闸的作用,选择节水闸,但由于河宽狭窄,流量大,需修建中型水闸,而中型水闸不仅占用空间大,而且基础承载力高,施工难度大。水闸结构是在地基上建造的,应从结构本身的稳定性和使用功能两方面加以考虑。

#### 3.5 闸室底板尺寸不合理

闸室是水闸结构中的一个重要组成部分,其底部的大小直接影响着水闸的稳定。从工程概况看,本工程闸基是在土基上,以底板为基础,承担水闸的上部结构荷载,并将其传递至地基,并利用其与地基的抗滑力,以保证闸室的稳定。如果水闸底板太大,会导致工程量的增大,造成材料浪费;如果水闸底板太小,将会对整个水闸的稳定产生不利的影响。

### 4 水利水电工程中的水闸设计优化措施

#### 4.1 施工测绘

无论是水闸还是水坝,在施工过程中都会受到很大的负荷,因此必须对地基的稳定、可靠进行有效的保护。因此,在进行水闸设计之前,必须对工程现场进行勘察、测绘,运用科学的施工方法,以确保工程建设的高质量、高效率。

具体来说,首先要对所在区域的地形、地质、气候条件有全面的了解,并对其进行现场测绘,并对其进行分析,以确保测量结果的准确性。

其次,工程勘察完成后,设计单位要对水闸的初步设计进行汇总,提交相关部门审查,发现设计中存在的问题,并进行相应的优化。然后,他又将这份报告递交上去。在设计方案审核通过后,可以运用于以后的工程实践,对水闸的施工有一定的指导作用,从而推动水闸的设计质量得到进一步的改善。

在工程勘察结束后,根据测量结果,采用开挖法、防渗墙、灌浆法等方法进行施工,为以后的设计工作提供参考,从而使设计工作更加有效。

#### 4.2 防冲设计

防冲作用是确保水闸安全、可靠地工作的关键,同时也是水闸设计中的一个重要环节。在设计水闸防冲功能时,应充分认识防冲设计的重要意义,掌握其所处的水文条件和规律,并结合当地的生态环境和气候变化等因素,并将其纳入到防洪设计中,以确保防冲设计的效果。在实际应用中,设计人员应首先选取最小的水位资料,再根据现场勘察获得的地形资料和周围的河流情况,进行水闸的防冲功能设计,以保证水闸具有较好的抗冲击能力。设计者必须对水闸的流量进行合理的设计与调节,在此过程中,应充分考虑水闸的蓄水、排水等功能,以确保设计的合理性与完整性。在条件许可的前提下,运用 BIM 技术等先进的信息技术手段,将水闸的各项参数、性能指标、防冲性能等信息输入到电脑系统中,通过系统的仿真,对防冲设计的合理性进行论证,并找出问题的原因,并针对问题的原因,提出相应的对策和对策,使水闸在建成后仍能维持良好的工作状态,具有良好的防冲性能。

#### 4.3 选择合适的水闸类型

设计人员应注重水闸的选型,以现场调查、调查等方法获

得相关资料,并根据水利枢纽的建设需求与总体规划,对其进行分析,确定其具体的功能需求和使用年限,并综合考虑河道条件、气候特征、运行管理需求,制定科学、合理的水闸类型选择方案。在水闸选型时,还要根据所在地区的地形、水文条件、水闸的作用,精确地计算水闸的负荷,合理地设计闸室和翼板,确保其具有较好的防滑能力。

目前,在水利水电工程中,常用的水闸形式有敞开式、涵洞式、胸墙式3种,合理地选取水闸型式,可保证在泄洪期间使河道水流回复正常,防止因高处水位引起的冲击。通常,为保证工程的正常运行,需要设置相应的进水闸,以保证工程的供水、发电、灌溉等功能。根据工程建设的具体条件,应对水闸的大小进行合理的设计,以保证水闸能达到较好的导流要求。

#### 4.4 注重对闸室安全计算

水闸功能能否充分利用水闸的作用,取决于水闸的安全性计算是否有充分的重视。在进行设计时,应尽量使闸室的安全、稳定性能得到进一步的改善。要达到这一目的,就要求水闸设计人员进行设计时,要依据现场的实际资料,认真地按规范对闸室的安全进行计算。在进行计算时,必须考虑负荷的组合,同时还要考虑基底应力和抗滑稳定性。在负荷组合上,主要是对各种不同的组合方法进行了不同的考量,以找到最适合的组合。在计算基础应力的过程中,不仅要考虑到力矩的计算,还要考虑到后期的维修。计算完毕,在工程正常运转的同时,还需要计算和复核地基的应力。为了更好地进行抗滑稳定性的计算,本文着重于总弯矩和总重的计算,以求出合理的抗滑稳定系数。

#### 4.5 关于地基处理设计的方法

##### 4.5.1 灌浆法

灌浆法可以解决混凝土裂缝问题,在设计、施工中要注意水泥浆的配比和混合料的设计,以便对基础应进行加固和防渗。

##### 4.5.2 开挖法

开挖法是目前使用最多的一种,在进行设计时,必须对已破坏的地层进行清除,由于开挖法施工简单,因此得到了广泛的使用。

##### 4.5.3 防渗墙法

对于基础的处理,也可以采用防渗墙,这是一种需要特殊工具来进行施工,钻孔,然后再用泥浆来加固墙体。

##### 4.5.4 其他方法

地基处理的方法有两种,分别是桩基和置换法,根据具体的情况来确定。

#### 4.6 关于闸室型式设计和过闸水位差设计分析

水闸闸室型式的设计要综合考虑各种条件,既要综合考虑水利水电工程的实际情况,又要综合考虑各种类型中的哪个最合适,从而使水闸水闸的型式更加合理,从而提高设计的质量。其实从目前的情况来看,胸墙式的水闸和开放式的水闸都是常用的,但是在对比了两种水闸的优点和劣势后,才能确定它们的性能。开放式闸室的建造很方便,结构简单,操作也比较容

易,通常都是采用平面型的水闸,这样可以保证水闸在工作中的稳定性。此外,设计人员在设计水闸水位差时,应充分考虑各种影响因素,尽可能地以后的工程施工提供便利。此外,在设计中应充分考虑当地的降水量、气候、地质等各种条件,既能最大限度地减少工程的投资,。

#### 5 结语

综上所述,合理地水闸涉及可以保证整个水利系统的运行可靠性,设计人员在设计时要正确认识水闸的类型,明确水闸设计在设计中的重要地位,并根据相关的项目施工需要,进行总体的规划,对水闸设计中出现的问题进行深入的分析,并提出有效的对策和方法,使其发挥最大的作用,从而达到社会效益和经济效益的目的。

#### [参考文献]

- [1]乐静.鲜兴灌区渠首泄洪闸闸室结构有限元分析及优化设计[D].东北农业大学,2020.DOI:10.27010/d.cnki.gdbnu.2020.00188.
- [2]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.
- [3]刘艳红.基于传统船闸监控系统功能结构的优化设计[J].治淮,2020(05):27-29.
- [4]王磊.基于 ANSYS 零阶优化算法的灌区钢水闸优化设计[J].吉林水利,2020(02):11-13+22.DOI:10.15920/j.cnki.22-1179/tv.2020.02.003.
- [5]耿贵江.基于有限元分析的水电站防洪水闸优化设计[J].中国水运(下半月),2019,19(12):161-162.
- [6]陈泳妍,李俊亮.龙海西溪水闸消能防冲优化设计[J].东北水利水电,2019,37(10):10-12.DOI:10.14124/j.cnki.dbsltd22-1097.2019.10.004.
- [7]温国栋,温洪海.非对称式闸站工程导流墩结构设计方案优化[J].水利技术监督,2019(05):254-256+261.
- [8]何艳丽.开敞式水闸闸室结构优化设计研究[J].黑龙江水利科技,2019,47(08):133-135.DOI:10.14122/j.cnki.hskj.2019.08.041.
- [9]杨震坤.软土地基上水闸整体结构优化设计[J].中华建设,2019(08):92-93.
- [10]叶宇潜.新担涌水闸施工围堰设计优化探索[J].水利技术监督,2019(04):123-127+145.
- [11]王纬一.蟠龙口水闸工程设计的 key 问题分析[J].珠江水运,2021(9):82-83.
- [12]许华勇.水利工程中水闸设计的要点及注意事项分析[J].陕西水利,2021(3):202-203.
- [13]马晓莉.有关水利水电工程中水闸设计的探讨[J].水电站机电技术,2020,43(11):49-50.
- [14]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.
- [15]王忠法.探究水闸施工技术在水利水电工程中的应用[J].科技创新导报,2019,16(36):17.