

水利工程设计水闸设计措施

杜文华 栗丰春

周口市水利勘测设计院 河南 周口 466000

摘要: 水闸作为水利工程关键设施,其设计至关重要。涵盖安全性、高效性、经济性、环保性原则,在设计措施上,从结构与材料选择保障稳固,通过自动化与监控系统集成提升管理效率,运用经济性优化措施控制成本,实施环保设计与生态保护兼顾环境效益。科学合理的水闸设计,能有效调节水流,对防洪、灌溉、航运等发挥重要作用,促进水利工程可持续发展。

关键词: 水利工程设计;水闸设计;措施

引言

水利工程在社会发展中占据重要地位,关乎水资源合理利用与调配。水闸作为水利工程核心组成部分,其设计质量直接影响工程整体效益。在当今对水利工程要求不断提高的背景下,遵循安全性、高效性、经济性、环保性等设计原则,采取有效设计措施,不仅能确保水闸稳定运行,还能适应不同工程需求,满足社会经济发展和生态环境保护要求,对水利事业意义重大。

1 水闸的基本概述

水闸是一种常见的水工建筑物,它通过闸门的启闭来控制水位、调节流量,在水利工程领域发挥着极为重要的作用。从功能上看,水闸可以防洪,当洪水来临时,关闭闸门阻挡洪水,保护下游地区免受洪水侵袭;还能够用于灌溉,在农田需水时开启闸门,让水流引入渠道,满足农作物生长所需的水分。从结构组成来说,水闸主要由闸室、上游连接段和下游连接段三大部分构成,闸室是水闸的主体部分,包含闸门、闸墩、底板等结构,闸门是控制水流的关键部件,闸墩则用于分隔闸孔并支撑闸门,底板起到基础承载的作用。上游连接段包括上游翼墙、铺盖等,主要作用是引导水流平顺进入闸室,减少水流对闸室的冲刷,下游连接段涵盖下游翼墙、消力池等,其作用是消除过闸水流的能量,防止水流对下游河床和河岸造成破坏。水闸的工作原理基于连通器原理,通过控制闸门的开启高度,改变过水断面的大小,从而实现了对水位和流量的调节。在实际运行中,操作人员根据水位、流量等监测数据,合理操作闸门,以达到预期的水利调控目标。正是由于水闸具备这些功能和特性,它广泛应用于各类水利工程,为防洪、灌溉、航运等提供了有力保障。

2 水利工程设计中的水闸设计原则

2.1 安全性

在水利工程领域,水闸作为关键的水利设施,其设计的安全性至关重要,是保障水利系统稳定运行的核心要素。水利工程水闸的设计,首要考量的便是确保安全性,这要求水闸结构设计和材料选用必须严格遵循相应的标准和规范。从结构设计层面来说,其框架、支撑体系等各部分的构建需经过严谨的力学计算和模拟分析,以适应复杂的力学环境,在材料选择上,选用高强度、耐腐蚀且耐久性好的材料,确保在各种恶劣环境条件下,水闸仍能稳定运行。在设计水闸时,全面考量各种可能发生的自然灾害和人为因素不可或缺,洪水来临时,强大的水流冲击力对水闸是巨大考验,设计需确保水闸能承受洪水的峰值流量和水压,避免被洪水冲垮;地震发生时,地面的震动可能导致水闸基础松动、结构变形,因此在设计时要进行抗震设计,增强水闸的抗震性能;冰冻环境下,水的结冰膨胀力也可能对水闸造成破坏,需采取相应的防冻措施。人为因素如不合理的操作等也需考虑在内,制定科学的操作规程和防护措施。水位变化对水闸的影响也不容忽视,水闸在不同水位条件下,承受的水压力不同,在打开和关闭过程中,水流状态复杂多变。因此,要通过精密的水力计算和模型试验,保证水闸在不同水位下开启和关闭时都能稳定运行,避免因水流冲击、气蚀等问题引发意外事故,切实保障水利工程水闸的安全稳定运行^[1]。

2.2 高效性

为了实现水闸的高效运行,在设计阶段就需全方位考量多方面因素。水闸作为水利设施的关键组成部分,其设计目标在于能够快速且精准地对水位和水流实施控制,以充分契合不同时间段的用水需求,同时严格满足防洪的各项要求。水流速度、流量以及水质是水闸设计中不容忽视的重要因素,水流速度决定了水闸开启和关闭时水流对闸体的冲击力大小,设计时需精确计算,

确保闸体结构能承受相应冲击,同时保证水流能按照预期方式通过水闸。流量的大小直接关系到水闸的过水能力,需要根据流域的水资源状况和用水需求,合理设计闸孔尺寸和数量,以保障水闸在不同流量条件下都能稳定运行。水质情况则影响着水闸设备的耐久性和维护成本,对于含有泥沙、腐蚀性物质等特殊水质的水体,要选用合适的建筑材料和防护措施,防止水闸部件被侵蚀损坏,从而维持水闸的正常运行效率。在现代水利工程中,水闸的自动化程度和监控系统也至关重要,自动化技术能够实现水闸的远程操作和智能化控制,大大减少人工干预,提升操作效率。通过先进的监控系统,可实时获取水闸运行的各项数据,包括水位、流量、设备状态等,一旦出现异常情况,系统能够迅速做出响应,及时发出警报并采取相应的调控措施,确保水闸能在各种复杂情况下都能准确、及时地做出反应,保障水利工程的安全稳定运行。

2.3 经济性

经济性原则在水闸建设领域扮演着举足轻重的角色,其核心要义在于保障水闸能够安全、稳定且高效运行的基础之上,竭力降低水闸从建设伊始,到运行阶段以及后续维护环节所产生的各项费用支出。在水利工程设计进程中,诸多复杂因素相互交织,需进行全面且深入的综合考量。初始投资是项目启动的关键资金投入,涵盖了工程建设所需的材料采购、设备购置、施工人员薪酬等多方面的费用,其预算的精准把控直接关系到项目的经济可行性。运营成本则涉及到水闸日常运行过程中的能源消耗、管理人员薪资等持续性支出,这部分成本的合理管控对于长期经济效益影响深远。维护费用同样不可忽视,定期的设备检修、设施保养以及应对突发状况的维修,都需要合理规划资金,以确保水闸时刻处于良好运行状态。在设计水闸时,不能仅仅局限于眼前的成本控制,更要着眼于工程的全生命周期成本。从项目规划、设计、施工、运营直至最终报废拆除的整个过程,都需进行系统性的成本分析与评估。只有这样,才能切实保障水闸在长期运行过程中实现经济效益的最大化,同时确保其具备可持续发展性。若设计过程中未能充分考虑经济性原则,出现设计不合理的情况,极有可能导致资源的大量浪费,产生诸如过度建设、设备选型不当等问题,进而引发不必要的高额支出,给水利工程的整体效益带来负面影响^[2]。

2.4 环保性

在当下社会发展进程里,环境保护已然成为至关重要的课题,对水利工程而言,其在水闸设计阶段便需将

环保性置于核心考量范畴。从材料选择层面来看,应优先选用环保材料,这类材料不仅自身化学稳定性良好,在水闸长期运行过程中,不会因浸泡、风化等因素释放有害物质,从而有效降低对周围生态环境可能产生的潜在威胁。就水闸运行对水体的影响而言,水闸运行过程中,水流状态的改变可能会引发水体自净能力的变化,设计时需运用先进的水力计算模型,精准模拟水流状态,优化水闸的孔口尺寸、闸门开启方式等参数,使水闸在满足防洪、灌溉等功能需求的同时,最大程度降低对水质的扰动与污染,为水生生态系统的稳定与平衡提供有力保障。水闸的建设与运行还会对周边土地利用和生态系统产生一定影响,要综合分析水闸建设前后土地的承载能力、植被分布变化等,通过合理规划水闸布局、配套建设生态修复设施等举措,保障周边生态系统的完整性,实现水闸与周边环境的和谐共生。通过在水利工程水闸设计中全方位、多层次地融入环保考量,能够推动水闸工程与环境之间形成良性互动关系,助力可持续发展目标的达成,维护生态平衡。

3 水利工程设计中的水闸设计措施

3.1 结构与材料选择

(1) 水闸结构设计极为关键,要综合工程所在地地质条件、水流特性与预期功能考量。在地质复杂区域,像软土地基,需特殊处理地基,采用桩基础或加固等方式,增强地基承载能力,防止因沉降影响使用。针对高流速、大流量等不同水流条件,要合理设计闸室结构,如闸墩厚度、闸底板尺寸,以承受水流冲击力与水平推力。(2) 合理的材料选择对于水闸的耐久性和稳定性意义重大。在水闸主体结构中,混凝土是常用材料,应选用高强度、抗渗性和抗冻性良好的混凝土,以应对不同的气候和水文条件。对于水闸的止水设施,采用优质的橡胶止水带,确保止水效果,防止漏水对闸体结构造成损害。在金属结构部分,如闸门、启闭机等,选用耐腐蚀的钢材,并进行有效的防腐处理,如热浸镀锌、涂漆等,延长金属结构的使用寿命。(3) 在结构设计中要考虑到水闸的施工便利性和后期维护需求,设计合理的施工缝和后浇带,便于混凝土的浇筑施工,同时为后期可能出现的维修工作提供便利。预留必要的检修通道和空间,确保在水闸运行过程中能够方便地对各个部件进行检查、维修和更换。综合的结构设计与材料选择是保障水闸安全稳定运行的基础^[3]。

3.2 自动化与监控系统集成

(1) 随着科技的不断进步,自动化与监控系统在水闸运行管理中发挥着越来越重要的作用。自动化系统能

够实现水闸的远程控制和自动操作,根据水位、流量等实时数据,自动调整闸门的开启度,提高水闸运行的效率和精准度。通过安装传感器,对水闸的上下游水位、流量、闸体应力、温度等参数进行实时监测,为水闸的安全运行提供数据支持。(2)监控系统集成,是把各监测点数据整合,由监控中心计算机分析处理。在监控中心,工作人员能直观了解水闸运行状态,及时发现异常并处理,比如闸体应力超预警值,系统自动报警。该系统还能与其他水利设施监控系统联网,实现水利工程整体化调度管理。(3)自动化与监控系统的可靠性也是设计过程中需要重点关注的问题。采用冗余设计,确保在部分设备出现故障时,系统仍能正常运行,对系统进行定期的维护和升级,保证其性能的稳定性和功能的先进性。自动化与监控系统的集成不仅提高了水闸运行管理的效率,也增强了水闸运行的安全性和可靠性。

3.3 经济性优化措施

(1)在水闸设计阶段,对工程的投资进行合理规划是实现经济性优化的关键。通过详细的工程勘察和方案比选,选择最经济合理的水闸建设方案,对不同的结构形式、材料选用、施工工艺等进行技术经济分析,综合考虑建设成本、运行成本和维护成本,选择总成本最低的方案。例如,在满足工程要求的前提下,选择价格合理、性能稳定的材料和设备,降低建设成本。(2)优化水闸的运行管理模式也能够有效降低运行成本。制定科学合理的运行调度方案,根据实际的水资源需求和水文条件,合理控制水闸的运行,避免不必要的能源消耗和设备磨损。采用节能型设备,如高效节能的启闭机,降低运行过程中的能源消耗,加强对水闸设备的维护管理,延长设备的使用寿命,减少设备更换和维修的成本。(3)通过合理利用水资源,实现经济效益的最大化。例如,在灌溉区域的水闸,合理分配水资源,提高灌溉效率,增加农业产量,从而带来间接的经济效益。在进行水闸设计时,充分考虑其综合利用功能,如结合航运、发电等,提高工程的整体经济效益。经济性优化措施贯穿于水闸设计、建设和运行的全过程。

3.4 环保设计与生态保护

(1)在当今注重环境保护的大背景下,水闸设计中的环保设计与生态保护措施不可或缺。在水闸选址时,充分考虑对周边生态环境的影响,尽量避开生态敏感区域。如果无法避开,则采取相应的生态保护措施,如建设生态廊道,保证生物的迁徙通道畅通,考虑水闸建设对水流形态和水质的影响,采取合理的工程措施,减少对生态环境的破坏。(2)在水闸建设过程中,采用环保型材料和施工工艺。选择无污染、可降解的材料,减少施工过程中对土壤和水体的污染,优化施工工艺,如采用先进的泥浆处理技术,减少施工废弃物的排放。在水闸运行过程中,加强对水质的监测,防止水闸上下游水体出现富营养化等水质问题,通过合理调控水闸的运行,保证河流的生态需水量,维持河流生态系统的平衡。(3)在水闸周边进行生态修复和景观建设。种植适合当地环境的水生植物和陆生植物,恢复和改善周边的生态环境,将水闸与周边的自然景观相结合,打造具有生态功能和景观价值的水利工程。环保设计与生态保护措施是水闸可持续发展的重要保障,体现了水利工程建设与生态环境保护的协调统一^[4]。

结语

综上所述,水闸设计需综合考量多方面因素。严格遵循设计原则,落实各项设计措施,才能打造出性能优良的水闸工程。随着技术不断进步,未来应持续探索创新设计方法,进一步提升水闸的安全性、高效性、经济性与环保性,更好地发挥水闸在水利工程中的功能,为水资源合理利用和生态环境改善提供坚实保障,推动水利行业迈向更高水平。

参考文献

- [1]王帅.水利工程水闸除险加固设计研究[J].工程建设与设计,2024(15):125-127.
- [2]梁文文.水利工程中水闸设计存在的问题及优化措施[J].同行,2021(5):174-175.
- [3]李兴萌,李贵军.现代水利工程中水闸和堤坝的设计与施工探讨[J].中华传奇,2023(34):185-186,189.
- [4]贺业伟.水利水电工程中的水闸设计问题及其优化措施[J].电脑爱好者(普及版)(电子刊),2021(6):13-14.