

关于水利水电工程水闸设计几点思考

於维伟

盐城市水利勘测设计研究院有限公司 江苏 盐城 224000

摘要：水闸作为水利水电工程中的关键设施，具有挡水和泄水的双重功能，对于调节水位、控制流量、保障防洪和灌溉等具有重要作用。然而，随着水利水电工程的快速发展，水闸的设计、建设和管理也面临着诸多挑战。本文旨在通过对水闸特点、现状的深入分析，探讨水利水电工程中水闸的设计措施，以期提高水闸的安全性和可靠性，为水利工程的可持续发展提供有力支撑。

关键词：水利水电工程；水闸设计；思考

引言：水闸以其双重作用显著、广泛适用性突出和结构复杂性高的特点，在水利水电工程中占据重要地位。本文详细阐述了水利水电工程中水闸的特点、现状分析及设计要点；然而，当前水闸在观测设施设计、可靠性耐久性以及类型选择等方面存在诸多问题。针对这些问题，并提出了进水闸、拦河闸、闸门梁及闸室安全的具体设计措施，并强调了水闸选址的重要性及闸室安全计算的必要性，以确保水闸的安全稳定运行和水利工程的整体效益。

1 水利水电工程水闸的特点

1.1 双重作用显著

在水利水电工程的广阔舞台上，水闸以其独特的双重功能，成为了不可或缺的角色。它既是坚守水位的守护者，也是调节水流的艺术师，通过精准控制闸门的启闭，巧妙地在水与土之间绘制出一幅生动的调控画卷。当蓄水成为需求时，水闸紧闭其闸门，宛如一道坚不可摧的壁垒，将水流牢牢锁在闸前，为灌溉、供水或发电等目的提供稳定的水位支持。这一过程中，水闸展现出了其作为挡水设施的卓越性能，确保了水资源的有效利用和水利工程的稳定运行^[1]。而当洪水肆虐或需要排水时，水闸则适时开启闸门，如同一位精准的指挥家，按照预定的流量要求，有序地释放多余的水量，既保障了水利设施的安全，又避免了下游地区的洪涝灾害。

1.2 广泛适用性突出

水闸之所以被誉为水利水电工程中的“万能钥匙”，是因为其广泛的适用性几乎涵盖了所有水利设施的需求。在防洪体系中，水闸是抵御洪水侵袭的第一道防线，它能够迅速开启，将洪水引向安全区域，从而保护下游地区生命财产安全。在灌溉系统中，水闸则化身成为精准的水量调控器，根据农田的需求，适时调节水量，确保农作物的健康生长。在排涝工程中，水闸更是

成为了排除积水、恢复生产生活的救命稻草，它能够有效缓解内涝问题，为受灾地区带来希望。而在沿海地区，水闸更是发挥着抵御海水入侵、保护内陆淡水资源的重任。它像一道坚固的防线，将咸水与淡水隔绝开来，确保了沿海地区的生态安全和经济发展。

1.3 结构复杂性高

水闸作为一种高度专业化的水工建筑物，其结构组成相对复杂，对施工质量有着极高的要求。一般而言，水闸由上游连接段、闸室和下游连接段三大部分构成，每一部分都承担着不同的功能和任务。上游连接段的设计需要充分考虑水流的特性和闸室的稳定性，通过合理的导流和消能措施，确保水流平稳进入闸室，同时减少水流对闸室的冲刷和破坏。闸室则是水闸的核心部分，它包含了闸门、启闭机等关键设备，这些设备的性能和稳定性直接关系到水闸的挡水和泄水功能；因此，在闸室的设计和施工过程中，需要严格控制各个环节的质量，确保设备的精准安装和调试，下游连接段则负责将泄流平稳导出，保护下游河道的稳定和安全。

2 水利水电工程水闸的现状分析

2.1 观测设施设计不完善

在水闸的设计和建设过程中，观测设施的设计往往被忽视或简化，导致在实际运行中无法有效监测水闸的工作状态和性能。河道断面观测设施是评估水流状态、预测水文变化的重要依据，但其设计常缺乏具体性和完整性。许多水闸的观测设备列表不齐全，甚至缺失关键设备，使得观测工作难以全面展开^[2]。特别是在扬压力观测设施方面，问题尤为突出。测压管滤水器的设计往往存在易堵塞、敏感性差的问题，这直接影响了观测数据的准确性和可靠性。管口的保护措施也显得简单粗糙，保护效果有限，容易受到外界环境的干扰和破坏，这些问题不仅增加了观测工作的难度，还可能误导决策，对

水闸的安全运行构成潜在威胁。

2.2 可靠性、耐久性不够

自动化设备是水闸现代化管理的重要组成部分,包括传感器、摄像机、信号传输线路等关键部件。然而,这些设备在实际应用中往往面临故障频发、老化迅速、淘汰快等问题。随着使用时间的推移,设备的功能逐渐退化,甚至出现瘫痪现象,严重影响了水闸的自动化管理水平和运行效率。设备故障多是由于设计不合理、制造工艺粗糙、材料选择不当等因素导致的。例如,传感器可能因长期受水流冲击而损坏,摄像机可能因环境因素(如湿度、温度)而失效,信号传输线路可能因老化或磨损而断裂,这些问题不仅增加了维护成本,还可能在水闸关键时刻无法发挥作用,造成严重后果。此外,水闸的整体耐久性也值得关注。部分水闸由于设计或施工质量问题,存在结构裂缝、渗漏等隐患。这些隐患在长期使用过程中可能逐渐恶化,导致水闸的承载能力下降,甚至发生坍塌等严重事故。

2.3 水闸类型选择不合理

水闸类型的选择应根据水利工程的具体需求和用途进行综合考虑。然而,在实际设计中,设计人员往往因缺乏足够的了解或为了降低成本、方便施工而选择不合理的水闸类型。这种选择不仅无法满足水利水电工程建设的实际需求,还可能对水闸的功能和安全性造成负面影响。例如,在某些需要高度调节水流的水利工程中,如果选择了调节能力有限的水闸类型,就可能导致水位控制不准确,影响灌溉、发电等功能的正常发挥。同样,在防洪要求较高的地区,如果选择了抗洪能力较弱的水闸类型,就可能无法有效抵御洪水冲击,对下游地区造成威胁。此外,水闸类型的选择还应考虑其与环境的协调性。不合理的水闸类型可能对河流生态系统造成破坏,影响水生生物的生存和繁衍。

3 水利水电工程中水闸设计

3.1 进水闸的设计

进水闸作为水库与下游灌溉系统或水电站之间的桥梁,其设计需兼顾引水的高效性与结构的稳定性。(1) 选址是进水闸设计的第一步,必须基于详尽的水文地质勘察。这包括对地质构造、土壤承载力、地下水位等多方面的考量,以确保闸址地质条件稳定,避免因地质灾害导致的闸体损坏。闸址的选择还需考虑与下游灌溉系统或水电站的相对位置,确保水流方向顺畅,减少引水过程中的能量损失。(2) 在结构设计上,进水闸通常采用钢筋混凝土或浆砌石结构,这两种材料均具有良好的耐久性和抗渗性,能够抵御水流的长期侵蚀;闸室的设

计需遵循水流动力学原理,采用流线型设计以减少水流阻力,提高引水效率^[1]。此外,闸室底部应设置消能设施,如消力池或消能坎,以消散水流能量,保护闸室及下游结构免受冲刷破坏。(3) 控制系统是进水闸设计的另一重要组成部分。现代化的进水闸应配备精确的控制系统,包括闸门启闭机、水位监测仪、流量计等,以实现远程监控和自动化管理。这不仅提高了管理效率,还增强了系统的安全性,能够在紧急情况下迅速响应,保障水库和下游的安全。

3.2 拦河闸的设计

拦河闸作为水利水电工程中的关键设施,其设计必须综合考虑多个复杂因素。选址是设计的首要环节,我们倾向于将拦河闸设置在河流的狭窄处或弯道下游。这些位置因其特殊的地理形态,能够更有效地控制水流,从而提高闸门的调节效率,确保水库水位的稳定控制。在结构设计方面,拦河闸必须采用坚固耐用的材料,如钢筋混凝土或钢结构,以抵御水流的强烈冲击和长期侵蚀。闸室内应精心设置消能设施,如溢洪道和消能池,这些设施在洪水期间能够安全地泄洪,有效保护下游地区免受洪水灾害的威胁。此外,拦河闸的设计还需与水库的其他设施紧密协调。与溢洪道的衔接必须确保水流顺畅,避免产生涡流或回流现象,从而影响泄洪效果。与发电厂房的衔接则需充分考虑水流的稳定性,以确保发电效率的最大化。在控制系统方面,拦河闸应配备先进的自动化设备,实现远程监控和精确调节。这不仅提高了管理效率,还大大增强了系统的响应速度,确保在紧急情况下能够迅速作出反应,保障水库和下游地区的安全。

3.3 闸门梁的设计

闸门梁作为闸门结构中的核心部件,其设计之精细与重要性不言而喻。在材料的选择上,我们倾向于采用高强度钢材或钢筋混凝土,这两种材料不仅具有出色的承重能力,还能有效抵抗变形,从而确保闸门在长期使用过程中始终保持稳定。结构设计方面,闸门梁的截面形状和尺寸需经过严格计算,以满足闸门在开启时所产生的复杂力学需求。我们通常采用流线型或矩形等合理的截面形状,以确保闸门梁在承受巨大压力时仍能保持结构稳定。闸门梁与闸墩的连接方式也是设计的关键一环。为确保连接的牢固与稳定,我们通常采用预埋件或锚栓等可靠的连接方式,将闸门梁牢牢地固定在闸墩上,从而形成一个整体结构。此外,闸门梁的防腐、防锈等保护措施也至关重要。我们会在闸门梁表面涂覆防腐涂料,或采用其他有效的防腐技术,以延长其使用寿命。

命,确保闸门梁在恶劣环境下仍能保持良好的性能。在控制系统设计上,闸门梁与闸门启闭机的紧密配合是实现精确、稳定开启和关闭操作的关键。我们会根据闸门的重量、开启速度及运行环境等多个因素,精心选型启闭机,并通过精确的控制系统设计,确保闸门梁能够按照预定轨迹进行平稳、准确的运动。

3.4 闸门门槽的设计

闸门门槽是闸门与闸墩之间的连接部分,其设计直接关系到闸门的密封性和开启灵活性。在门槽的设计中,需充分考虑水流特性、闸门尺寸及材料特性等多个因素:(1)门槽的尺寸需根据闸门的尺寸和开启方式进行精确计算。这包括门槽的宽度、深度以及形状等参数,以确保闸门能够顺利开启和关闭。门槽的形状也需根据水流特性进行优化设计,以减少水流阻力和涡流产生,提高闸门的密封性和稳定性。(2)在材料选择上,门槽通常采用耐磨、耐腐蚀的材料,如不锈钢、铜合金等。这些材料具有良好的耐久性和抗腐蚀性,能够确保门槽在长期使用中的稳定性和可靠性。此外,门槽与闸墩的连接方式也需精心设计,通常采用焊接或螺栓连接等方式,确保连接牢固、无渗漏。(3)在控制系统设计上,闸门门槽需与闸门启闭机、水位监测仪等设备紧密配合。通过远程监控和自动化管理系统,可以实时监测闸门的状态和水位变化,确保闸门的及时开启和关闭。还需设置必要的维护通道和检修设施,以便对门槽进行定期检查和维修。这包括设置检修孔、安装检修平台等,以便工作人员能够方便地进入门槽内部进行检查和维修工作。

4 水利水电工程中水闸的设计措施

4.1 设计好水闸选址

水闸的选定位置非常重要,这是建造水闸的前提,也是建造水闸的关键。通常要在环境优良的地方进行水闸的设计,期间还需要根据水闸施工地质条件、水文条件等进行全面的地质调查。水闸的施工地质条件主要是

岩石地段,或者在承受较大的压力下进行。水闸的建设地点需要满足防湿、耐碱等要求,渗透量不能太大。

4.2 注重对闸室安全计算

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在进行设计时,依据现场的实际资料,认真地按规程计算闸室的安全。在进行计算时,还需要充分考虑负荷的组合以及基底应力和抗滑稳定性。在负荷组合上,还需要对各种不同的组合方法进行不同的考量,以找到最适合的组合^[4]。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需求;以此使其在计算完毕之后,计算和复核地基的应力。在进行抗滑稳定性的计算时,需要着重于总弯矩和总重的计算,以求出合理的抗滑稳定系数。

结语:综上所述,水闸在水利水电工程中发挥着举足轻重的作用,但其设计、建设和管理也面临着诸多挑战。通过深入分析水闸的特点和现状,我们提出了针对性的设计措施,包括进水闸、拦河闸、闸门梁及闸门门槽的具体设计要点,以及水闸选址和闸室安全计算的重要性。这些措施的实施将有助于提高水闸的安全性和可靠性,确保水利工程的稳定运行和整体效益。未来,我们还应继续加强水闸的研究与实践,不断探索新的设计方法和管理模式,以更好地服务于水利水电事业的发展。

参考文献

- [1]吴营基.探究水利水电工程中水闸设计方案[J].建材发展导向(下),2020,018(003):136.
- [2]蔡宇麒.水利水电工程水闸施工技术与管理[J].四川水泥,2020,No.284(04):210-210.
- [3]肖津璇.水利水电工程中的水闸设计问题及其设计分析[J].水电站机电技术,2021,44(04):58-60.
- [4]李钦哲.水利水电工程中的水闸设计问题及其优化措施[J].工程建设与设计,2021(19):85-87.