

水利水电工程中水闸设计与施工技术研究

沈琪翔 楚寒潇

山东省水利勘测设计院有限公司

DOI:10.12238/hwr.v8i9.5698

[摘要] 在现代工程建设中,水闸设计与施工是水利水电工程建设的重要内容之一,并且其复杂性和技术要求日益提高。基于此,文章首先探讨了水闸设计的基本原则,分析了影响水闸设计的关键因素,并详细阐述了水闸施工的技术要点。同时,文章还从完善管理体系、推广新型技术、强化监测手段等方面,提出了优化施工质量和提高施工安全的管理策略,旨在为水利水电工程中水闸设计与施工提供实用的技术参考。

[关键词] 水利水电工程; 水闸设计; 施工技术

中图分类号: TU74 文献标识码: A

Research on the design and construction technology of the sluice gate in water conservancy and hydropower projects

Qixiang Shen Hanxiao Chu

Shandong Water Conservancy Survey and Design Institute Co., Ltd

[Abstract] In the modern engineering construction, the design and construction of sluice is an integral part of water conservancy and hydropower engineering, and its complexity and technical requirements are increasing day by day. Based on this, the paper first discusses the basic principles of sluice design, analyzes the key factors affecting the sluice design, and expounds the technical points of sluice construction in detail. At the same time, the paper also puts forward the management strategies of optimizing the construction quality and improving the construction safety from the aspects of improving the management system, promoting the new technology and strengthening the monitoring means, aiming to provide practical technical reference for the design and construction of sluice in water conservancy and hydropower projects.

[Key words] water conservancy and hydropower engineering; sluice design; construction technology

引言

水闸不仅承担着调节水流、防洪抗灾的重任,还需长期在复杂的水文地质条件下运行,面临着严峻的技术挑战。传统水闸设计与施工技术在面对日益复杂的工程需求时,逐渐显露出局限性,亟需进行技术创新和优化以强化工程的质量。在此背景下,如何通过合理设计与先进施工技术确保水闸的安全性、耐久性和经济性,已成为工程界关注的核心问题。

1 水利水电工程中水闸设计基本原则

在水利水电工程中,水闸设计必须角度综合考虑安全、经济和环保等因素,以实现功能、成本和环境三者的最佳平衡^[1]。首先是安全性原则。水闸是调控水流和水位的重要设施,其设计应能够应对复杂多变的水文环境,保证其在极端工况下的稳定运行。安全性的核心是结构的稳固性和耐久性,在设计中应充分考虑各种因素,如水压、冲击力、渗透性以及可能出现的地质灾害等,以避免因设计不当而带来的安全隐患。其次是经济性原则。

水利水电项目资金巨大,设计方案是否经济合理,对项目整体效益有很大影响。因此,在满足安全要求的前提下,应考虑降低工程造价,包括选材、施工便利性以及后期维修成本的控制等方面,使项目获得最大的经济效益。最后是环保性原则。在水闸设计中应充分考虑周边生态环境的保护问题,采用环保材料和施工工艺,以减少水体污染和生态破坏。同时,在水闸运行期间,合理利用水资源,避免对下游水生环境造成不利影响。

2 水利水电工程中水闸施工技术要点

2.1 施工前的准备

在施工前,应开展地质调查和资料分析,调查内容应包括详细的地质结构,岩土特性,地下水位及变化规律。通过详细的地质勘察,可以识别出潜在的地质问题,如软弱土层、断层带或地下水丰富区等,从而为基坑开挖、地基处理和支护设计提供可靠的数据支撑。在水文环境调查方面,应分析河道流量、洪峰频次和水位变化规律。尤其是在多雨季节或汛期,必须预测可能的水

位上升情况,并制定相应的防护措施,保证工程的连续与安全。施工前应平整和清理场地,以保证施工机械和设备能够顺利进场。另外,还应设置临时排水系统,以防止雨水或地下水对施工的影响。同时,施工前应做好用电、供水、道路等基础设施建设,确保整个施工现场具备良好的作业条件。根据工程的施工计划,应提前储备所需的建筑材料和施工设备,并对材料进行严格的质量检验,保证其满足设计要求和工程标准。施工机械和设备的状态也需要进行全面检查和维护,确保其在施工期间能够高效稳定运行。在施工前,还应根据现场实际情况和工程特点,制定详细的施工方案。例如,基坑开挖的具体方法、支护结构设计、混凝土浇筑的工艺流程等。各项技术措施都需经过反复论证,以保证工程在实践中能取得预期效果。

2.2 基坑开挖与支护

基坑开挖与支护工作需要结合工程地质条件、设计要求和现场环境,进行全面的分析和合理的施工安排。为保证工程的顺利开展,要对基坑工程进行设计规划,基坑的尺寸、形状以及开挖深度应根据工程设计要求和现场地质条件进行详细计算^[2]。在基坑开挖时,应综合考虑地层的稳定性、地下水位的变化以及土壤的性质等因素。对于软弱地基或存在较大地下水位的区域,在基坑开挖过程中应严格按照土的摩擦角、粘聚力等参数确定边坡的稳定性,防止边坡失稳或涌水。

基坑支护技术的选择直接关系到基坑工程的安全性和效率。在基坑开挖过程中,要综合考虑基坑的深度、地质条件和施工环境等因素,选择合理的支护工艺。目前常用的支护技术主要有土钉墙、支撑体系、桩板墙等。在基坑开挖过程中,要对基坑的变形和支护结构的受力状况进行实时监测。通过对数据的分析,及时发现潜在的安全隐患并做相应的调整。此外,对于地下水丰富的区域,应加强排水措施,防止基坑内积水对支护结构造成额外的压力,从而影响基坑的整体稳定性。在施工过程中,还应充分考虑对周边环境的影响,特别是在邻近建筑物或地下设施的区域的施工振动、噪声以及土体沉降等,需采取相应的减震、降噪和沉降控制措施,以最大限度地减少对周围环境的影响。

2.3 混凝土工程施工

在混凝土施工中,要关注原材料的选择、混凝土的配比设计、浇筑过程的控制和养护方法。混凝土主要由水泥、骨料、水和外加剂等组成,其质量好坏直接影响混凝土的使用性能。为保证混凝土强度及耐久,应依据工程设计要求选用高强度硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。在施工时,应选用粒径均匀、表面清洁的天然砂石作为骨料;而外加剂的选择,则应根据混凝土的特性需求,如抗渗性、抗冻性和施工环境等,合理选用减水剂、引气剂或早强剂,以优化混凝土的性能。配合比应基于实验室试验数据,结合现场实际施工条件进行优化设计,使其满足工程强度和耐久性的要求。

混凝土的浇筑应遵循“分层浇筑、连续作业”的原则,避免因浇筑间隔时间过长导致冷缝的产生^[3]。对于大体积混凝土浇

筑,应采取措施防止内外温差过大而引发裂缝。现场浇筑时,应严格控制振捣工艺,确保混凝土密实无孔洞,并避免因过度振捣导致的骨料分离或水泥浆上浮现象。在浇筑过程中应注意施工缝的处理,确保新旧混凝土的良好结合,以保证结构的整体性和抗渗性。混凝土浇筑完成后,应及时进行覆盖和洒水养护,防止因早期失水而引起塑性收缩裂缝。养护周期应根据环境温度和混凝土的强度发展情况合理确定,一般不少于7天。在低温环境中,应采取适当的保温措施,防止混凝土受冻损害其强度。

2.4 闸门安装与调试

闸门是调节水流、控制水位的核心部件,其安装质量和调试精度将直接影响整个水闸的运行效果。在安装前,必须对闸门组件进行全面的检验和组装。检验工作包括检查闸门的尺寸精度、焊缝质量以及密封性能等,确保所有部件符合设计要求并无缺陷^[4]。同时,安装现场也需做好充分的准备工作,如基础的清理、导轨的预埋件检查等,确保闸门能够顺利安装并与基础结构紧密结合。此外,还应提前准备好安装所需的专用设备和工具,如吊装设备、测量仪器等,以保证安装过程的精准和高效。闸门安装应严格按照设计图纸和施工规范执行,保证闸门的水平度、垂直度以及与导轨的配合精度。在安装时,要特别注意闸门的定位与固定,避免因安装偏差导致的闸门运行不畅或漏水问题。为确保安装精度,通常会采用激光测距仪、水准仪等高精度测量仪器实时监测和调整闸门的各项参数。

在安装完成后,闸门的调试是确保其正常运行的重要环节。调试工作包括闸门的开闭试验、操作系统的调试以及控制系统的检查。第一,需多次开启和关闭闸门,检查闸门在各种情况下的运行状态,确保闸门开闭灵活、无卡阻现象,并达到设计的启闭速度。第二,操作系统的调试,主要是对启闭机的运行状态、传动系统的协调性进行全面检查,保证操作系统与闸门动作的协调性和稳定性。第三,要确保闸门的远程控制、自动控制功能稳定可靠,能在各种工作条件下正常响应指令,确保闸门能够在紧急情况下迅速做出反应,达到设计的功能要求。在试运行阶段,需要对闸门在不同的水流条件下的运行进行全面测试,重点关注其密封性能、启闭灵活性以及应急响应能力。通过试运行,及时发现并解决潜在的隐患,保证闸门在正式投入使用后能够长期稳定运行。在验收时,还应全面评估闸门的安装精度、调试效果以及试运行表现,确保所有指标均符合设计和规范要求,方可正式交付使用。

3 水利水电工程中水闸施工的管理策略

3.1 完善管理体系,提升施工质量

在水闸施工过程中,为确保质量,须明确每个施工环节的责任分工。例如,在基坑开挖阶段,指定现场技术员监督地质条件与设计标准的符合性,施工班组长负责实际操作,并由项目经理定期检查,确保所有操作符合规范。每个步骤完成后,相关责任人需签字确认,以便问题追溯。实行精细化的质量检验流程,在混凝土浇筑前,要求技术人员检查模板、钢筋、混凝土配比,并记录在案。施工中安排专人监督振捣和浇筑速度,避免质量缺

陷。每项检验需详细记录并签字确认后,才能进行下一道工序。建立“班组质量日检制度”,由班组长每天组织施工质量总结,发现问题及时整改。每周由项目管理层组织质量总结会,评估全周施工质量,制定改进措施。设立“三级巡查机制”,包括现场施工管理人员、质量监督员和项目经理分别进行日常、每周、每月的巡查,确保施工质量管理全面覆盖。实施严格的考核与奖惩制度。对按时保质完成任务的人员进行奖励,对未履行职责的人员则采取相应惩罚,增强施工人员的责任感,确保施工质量。

3.2 推广新型技术,优化施工工艺

在水闸施工中,推广新型技术是提升工程质量和效率的重要手段。因此,应采用智能建造技术,例如BIM(建筑信息模型),实现施工过程的三维可视化和精确模拟,提前发现并解决潜在的设计和施工冲突。BIM技术还可以优化施工方案,减少现场返工,提高整体施工效率。引入先进的混凝土施工技术,如自密实混凝土(SCC),可以在不需振捣的情况下,自动流动并充填模板的所有角落,减少蜂窝、孔洞等质量问题,从而提升混凝土的密实度,缩短施工时间,减少人工成本。

在水闸闸门安装中,可以采用激光对中技术提高安装精度,确保闸门与导轨的完美匹配,从而提升闸门的密封性能和运行稳定性。此外,还可以采用远程监控和自动控制系统,实现对闸门启闭的实时监控与调节,确保闸门在各种工况下的可靠运行。在新型材料的应用上,推广使用如超高性能混凝土(UHPC)和聚脲防水涂层。UHPC具有超高强度和耐久性,适用于水闸结构的关键部位,能够大幅提高结构的抗压和抗裂性能。聚脲防水涂层则以其优异的防水、防腐性能,适合应用于水闸的内外表面,有效防止水渗透和材料腐蚀,从而延长水闸的使用寿命。

3.3 强化监测手段,确保施工安全

针对基坑和边坡等高风险区域,可以应用自动化监测设备,如全站仪和三维激光扫描仪,对基坑周边和支护结构进行持续监测,捕捉其位移和变形情况,及时预警可能的安全隐患,从而防止边坡失稳和基坑坍塌等事故^[5]。在混凝土施工中,使用温度监测传感器监控大体积混凝土的内部温度,确保温度梯度在安全范围内,避免因温差过大导致的裂缝。传感器可以嵌入混凝土

内部,实时记录温度变化,并将数据传输到监控中心,供技术人员调整浇筑和养护方案。

针对施工现场的空气质量和噪声等环境因素,部署环境监测系统。特别是在密闭空间和隧道施工中,加强对有害气体、粉尘和噪声的监控,确保施工环境符合安全标准,并及时采取措施改善施工条件,保障施工人员的健康与安全。最后,根据监测数据的实时反馈,制定针对不同风险的应急处置方案,并定期组织演练,确保在突发事件发生时,各部门能够迅速协调应对,最大限度地降低安全风险。

4 结语

总之,水利水电工程中的水闸设计与施工技术直接关系到工程的安全与功能。为确保水闸在复杂的自然条件下长期稳定运行,设计和施工过程中需充分考虑水文地质条件与工程要求,科学运用先进的技术和材料。同时要严格落实施工管理措施,确保各个环节都符合规范要求,从而全面提升水闸工程的质量,为水利水电工程的持续稳定运行提供有力保障。

[参考文献]

- [1]夏杰.水利水电工程中水闸施工技术与管理的研究[J].珠江水运,2023(11):114-116.
- [2]李保国.对水利水电工程中水闸施工技术与管理探讨[J].砖瓦世界,2020(20):254.
- [3]庞亚飞.水利水电工程中水闸施工技术与管理研究[J].工程学研究与应用,2022,3(9).
- [4]刘汉城.水利水电工程中水闸设计存在的问题及优化[J].现代物业,2023(31):67-69.
- [5]刘海潮.关于水利水电工程中水闸设计与施工的探讨[J].电脑校园,2020(12):7327-7328.

作者简介:

沈琪翔(1990--),男,汉族,吉林省白山市人,本科,工程师,水利水电工程。

楚寒潇(1993--),女,汉族,山东省济宁市人,硕士研究生,工程师,水利工程设计。