

浅谈水闸主体结构的施工技术

王东阳

河北省水利工程局集团有限公司建筑安装工程分公司 河北 石家庄 050000

摘要：水闸作为水利工程关键设施，其主体结构施工技术直接影响工程质量与运行安全。本文对水闸主体结构进行系统概述，详细阐述其功能、分类及组成部分；深入剖析地基处理、混凝土施工、钢筋工程、模板工程、止水设施及金属结构安装等施工技术要点，明确各环节材料选择、工艺要求与质量控制方法；同时探讨水闸主体结构施工技术的发展趋势，涵盖新技术新材料应用、智能化施工监测及绿色施工理念的体现，为提升水闸建设水平提供理论与实践参考。

关键词：浅谈水闸；主体结构；施工技术

引言：水闸在防洪、排涝、灌溉、供水等水利活动中发挥着不可或缺的作用，是保障水资源合理调配与利用的核心枢纽。随着水利事业的快速发展，水闸建设规模与数量不断增加，对主体结构施工技术提出了更高要求。施工技术的优劣直接关系到水闸结构的稳定性、耐久性和安全性，进而影响水利工程整体效益的发挥。因此，深入研究水闸主体结构施工技术，总结施工经验，探索技术发展方向，对于推动水利工程建设高质量发展、保障民生福祉具有重要的现实意义。

1 水闸主体结构概述

1.1 水闸的功能与分类

水闸作为水利工程的核心设施，具备多重功能。在防洪排涝方面，可通过调节闸门开度，拦截洪水、排泄内涝，保障周边地区安全；在灌溉供水上，能够按需控制水量，为农田灌溉和城市供水提供稳定水源；同时，还可用于挡潮、改善航运条件等。依据不同标准，水闸有着多种分类方式。按承担任务划分，有节制闸、进水闸、排水闸等；按闸室结构形式，可分为开敞式水闸、涵洞式水闸和胸墙式水闸；按过闸流量大小，又可分为大、中、小型水闸。

1.2 水闸主体结构的组成部分

水闸主体结构主要由闸室、上游连接段和下游连接段三大部分构成。闸室是水闸的核心，包括底板、闸墩、闸门、工作桥和交通桥等。底板是闸室的基础，承受上部结构荷载并传递至地基，同时起到防渗作用；闸墩用于分隔闸孔，支承闸门、工作桥和交通桥。上游连接段包括上游翼墙、铺盖等，其作用是引导水流平稳进入闸室，减少水流对闸室的冲刷，并防止渗透变形。下游连接段由消力池、海漫、下游翼墙等组成，主要功能是消除过闸水流的能量，防止下游河床和岸坡遭受冲

刷，确保水闸安全稳定运行^[1]。

2 水闸主体结构施工技术要点

2.1 地基处理技术

2.1.1 地基处理的重要性

地基作为水闸的基础，其承载能力与稳定性直接决定水闸的使用寿命和运行安全。水闸在运行过程中，不仅要承受自身结构的重量，还要抵御水流冲刷、渗透压力等外部荷载。若地基处理不当，易引发不均匀沉降、地基失稳等问题，导致闸室倾斜、开裂，甚至引发整体垮塌，严重威胁水利工程的正常运行和周边地区的安全。此外，良好的地基处理还能有效降低渗透风险，防止渗流破坏，提升水闸的防渗性能。

2.1.2 常见地基处理方法及应用

常见的地基处理方法包括换填法、强夯法、排水固结法和桩基法等。换填法适用于浅层软弱地基，通过挖除软弱土层，换填强度高、透水性好材料，如砂石、灰土等，提高地基承载力；强夯法利用重锤自由下落产生的冲击力，夯实地基，增强土体密实度，常用于处理碎石土、砂土等粗颗粒土地基；排水固结法通过设置排水通道，加速软土地基中孔隙水的排出，使土体逐渐固结沉降，适用于深厚软土地基；桩基法则是将桩体打入或压入地基深处，通过桩体将荷载传递到深层稳定土层，适用于地基承载力不足、对沉降要求严格的情况。

2.2 混凝土施工技术

2.2.1 混凝土材料选择与配合比设计

混凝土材料选择直接影响水闸结构性能。水泥需依据工程环境和强度要求，优先选用水化热低、抗硫酸盐侵蚀性强的品种；骨料的级配、含泥量等指标需严格把控，粗骨料应质地坚硬、颗粒级配合理，细骨料以中砂为宜。配合比设计时，需综合考虑强度、耐久性、和易

性等因素,通过试配调整水灰比、砂率等参数,确保混凝土在满足强度需求的同时,具备良好的抗渗、抗冻性能,适应水闸复杂的工作环境。

2.2.2 混凝土浇筑工艺与质量控制

混凝土浇筑过程中,合理的工艺与严格的质量控制是保障结构密实性的关键。采用分层分段浇筑,每层厚度控制在合理范围,避免出现冷缝;利用振捣棒均匀振捣,防止漏振、过振。浇筑前需检查模板支撑稳固性及钢筋位置准确性;浇筑时实时监测混凝土坍落度,确保和易性符合要求。同时,做好浇筑记录,严格控制间歇时间,保证混凝土连续浇筑,避免因浇筑不当导致蜂窝、麻面等质量缺陷。

2.2.3 混凝土养护与拆模

混凝土养护对强度增长和耐久性提升至关重要。浇筑完成后,需及时覆盖塑料薄膜或土工布,洒水保湿养护,保持表面湿润状态,养护时间不少于规范要求。在低温环境下,还需采取保温措施,防止混凝土受冻。拆模时间需依据混凝土强度发展情况确定,过早拆模易导致结构变形、缺棱掉角,过晚则影响施工进度。拆模时应遵循先支后拆、后支先拆的原则,轻拆轻放,避免损伤混凝土表面及棱角。

2.3 钢筋工程施工技术

2.3.1 钢筋的加工与安装

钢筋加工需严格遵循设计要求与规范标准。首先进行钢筋调直、除锈,确保表面洁净无损伤;再依据设计尺寸进行切断、弯曲成型,弯弧内直径等参数需符合规定,保证加工精度。安装过程中,先在模板上放线定位,确定钢筋位置,随后进行绑扎或焊接。绑扎时需保证铁丝拧紧,交点处绑扎牢固;焊接则要控制焊缝长度、宽度及饱满度,确保连接强度。同时,注意设置钢筋保护层垫块,控制保护层厚度,保证钢筋位置准确,使钢筋骨架具有足够的刚度和稳定性,以满足水闸结构受力需求。

2.3.2 钢筋的防腐与保护措施

水闸长期处于潮湿或水环境中,钢筋易发生锈蚀,影响结构安全,因此防腐保护至关重要。常见的防腐措施包括表面涂层处理,如采用环氧富锌漆等防腐涂料,形成致密保护膜隔绝空气与水分;还可设置钢筋阻锈剂,掺入混凝土中抑制锈蚀反应。施工时,需确保钢筋表面清洁干燥后再进行涂层作业,保证涂层均匀无漏涂。此外,合理设计混凝土保护层厚度,避免因保护层过薄导致钢筋锈蚀。在水闸运行期间,定期对钢筋结构进行检查维护,及时修补破损的防腐层,确保钢筋长期

处于良好的防腐状态,延长水闸使用寿命。

2.4 模板工程施工技术

2.4.1 模板的选型与设计

模板选型与设计需综合考虑水闸结构特点、施工工艺及成本等因素。对于闸室等大面积、大体积部位,可选用钢模板,其强度高、周转次数多,能保证混凝土表面平整度;对于异形结构,木模板或胶合板模板则更具灵活性,便于加工成型。设计时,要依据混凝土浇筑时的侧压力、振捣荷载等,合理确定模板的面板厚度、支撑间距和加固方式,确保模板具有足够的强度、刚度和稳定性,防止在混凝土浇筑过程中出现胀模、变形等问题。同时,还需考虑模板的装拆便利性,以提高施工效率。

2.4.2 模板的安装与拆除

模板安装时,需保证位置准确、拼缝严密,避免漏浆。先进行定位放线,确保模板轴线偏差在允许范围内;安装过程中,通过支撑、拉杆等加固体系将模板固定牢固,支撑底部应设置垫板,防止下沉。安装完成后,需检查模板的垂直度、平整度和高程,符合要求后方可进行混凝土浇筑。模板拆除需严格控制时间,以混凝土强度达到规范要求为前提,避免过早拆除导致混凝土缺棱掉角或结构变形。拆除时应遵循先支后拆、后支先拆的原则,按照顺序逐步拆卸,拆除的模板及配件及时清理、维修和保养,以便重复使用。

2.5 止水设施施工技术

2.5.1 止水材料的种类与性能

止水材料种类多样,性能各有特点。橡胶止水带弹性好、抗拉伸能力强,能适应结构变形,且耐水性佳,广泛应用于水闸伸缩缝;塑料止水带成本较低,耐腐蚀性强,尤其适用于有化学侵蚀的环境;金属止水带如紫铜止水带,强度高、抗渗性能卓越,常用于承受高水压部位。此外,还有遇水膨胀止水条,遇水后体积膨胀,可有效填充缝隙,增强止水效果。不同止水材料在物理性能、化学稳定性和适用场景上存在差异,施工时需依据水闸工程的具体要求和环境条件,合理选择止水材料,确保止水效果。

2.5.2 止水设施的施工工艺与质量控制

止水设施施工时,首先要确保止水材料安装位置准确,在混凝土浇筑前将止水带或止水条固定于伸缩缝、沉降缝等部位,采用专用夹具或钢筋卡进行定位,防止移位。浇筑过程中,避免振捣棒直接接触止水材料,防止其变形或损坏,同时保证混凝土与止水材料紧密结合。止水设施的搭接处理也是关键,橡胶止水带搭接处需采用热硫化焊接,保证连接强度和密封性;金属止水

带搭接应采用双面焊接,焊缝饱满无气孔。施工完成后,需对止水设施进行外观检查和渗漏试验,及时修补缺陷,确保止水设施质量可靠,有效防止水闸渗漏。

2.6 金属结构安装技术

2.6.1 闸门与启闭机的安装

闸门与启闭机的安装是水闸金属结构施工的核心环节。安装前,需对闸门和启闭机各部件进行全面检查,确保无变形、无损伤,尺寸符合设计要求。闸门安装时,通过轨道系统精准定位,保证门槽垂直度与平整度,采用吊装设备将闸门平稳下放至门槽内,并进行止水橡皮的安装调试,确保密封良好。启闭机安装需严格按照设计图纸进行,保证其中心线与闸门吊点中心重合,通过螺栓连接或焊接方式固定牢固。安装完成后,需进行空载、负载试运行,调试启闭机运行速度、行程限位等参数,确保闸门启闭灵活、运行安全可靠,满足水闸控制水流的功能需求。

2.6.2 金属结构的防腐与维护

水闸金属结构长期受水和空气侵蚀,防腐与维护工作不可或缺。常见防腐方法包括表面涂装,先对金属表面进行喷砂除锈处理,去除氧化皮和杂质,再喷涂环氧底漆、中间漆和面漆,形成多层防护涂层;热浸镀锌工艺则通过将金属构件浸入高温锌液中,形成致密锌层,提升耐腐蚀性。在水闸运行期间,定期对金属结构进行检查,查看涂层是否脱落、有无锈蚀现象。一旦发现局部腐蚀,需及时清理锈蚀部位,重新进行防腐处理。同时,对闸门和启闭机的转动部件定期加注润滑油,确保其运行顺畅,延长金属结构使用寿命,保障水闸安全稳定运行^[2]。

3 水闸主体结构施工技术的发展趋势

3.1 新技术、新材料的应用前景

在水闸主体结构施工中,新技术与新材料的应用前景广阔。纳米复合混凝土等新型材料凭借高强度、高耐久性和优异的抗渗性能,可显著提升水闸结构的稳定性与使用寿命;自愈合混凝土能在裂缝产生时自动修复,减少维护成本。施工技术方面,3D打印技术可精准构建复杂水闸结构,缩短工期并降低人力成本;装配式施工技术通过预制构件现场组装,提高施工效率与质量。此

外,纤维增强复合材料用于止水设施和金属结构防腐,能有效增强材料性能。

3.2 智能化施工与监测技术的发展

施工过程中,通过无人机航拍、激光扫描等技术进行场地建模与施工进度监控,可实时掌握施工动态;智能机器人参与混凝土浇筑、钢筋绑扎等作业,能提高施工精度与效率。在监测领域,物联网技术结合传感器,可实时采集水闸结构应力、位移、渗流等数据,利用大数据分析和人工智能算法预测结构安全状态,实现故障预警与智能决策。BIM技术贯穿水闸全生命周期管理,从设计、施工到运维,为各环节提供可视化、协同化的管理平台,提升工程整体管理水平与安全性。

3.3 绿色施工理念在水闸建设中的体现

绿色施工理念在水闸建设中日益凸显。在材料选择上,优先采用可循环利用、低能耗的环保材料,减少资源消耗与环境污染;施工过程中,采用节水型设备和雨水回收系统,降低水资源浪费;利用太阳能、风能等清洁能源替代传统能源,减少碳排放。通过优化施工方案,合理安排工序,降低噪声、粉尘污染,保护周边生态环境。在废弃物处理方面,对建筑垃圾进行分类回收再利用,提高资源利用率^[3]。

结束语

水闸主体结构施工技术作为水利工程建设的核心支撑,从地基处理到金属结构安装,每个环节都对工程质量与安全起着决定性作用。新技术、新材料的不断应用,智能化与绿色施工理念的深度融合,正推动水闸建设向高效、安全、环保方向迈进。未来,随着科技持续创新,水闸施工技术将不断突破,为水利事业发展注入新动能,在防洪、灌溉、水资源调配等领域发挥更大价值,更好地服务于社会经济发展与民生保障。

参考文献

- [1]熊志军,吴桂伦.水利施工中水闸施工的管理措施分析[J].科技视界.2021(12):301-302.
- [2]杜荣琴.水利施工中水闸施工的管理措施分析[J].江西建材.2022(17):119-121.
- [3]赵艳平.解析水利施工中水闸施工的管理措施[J].工程技术.2022(03):234-235.