

水闸施工技术探析

陈 浩 舒耀辉 张 瑜

长江勘测规划设计研究有限责任公司 湖北 武汉 430000

摘 要：水闸作为水利工程中调控水流、防洪排涝的关键构筑物，其施工技术与质量直接关系工程运行安全与综合效益发挥。本文围绕水闸施工技术展开全面探析。首先阐述了水闸施工前期准备，涵盖场地规划、材料把控、设备选型与队伍组建。接着依次介绍基础、闸室、上下游连接段施工技术要点。最后强调施工后期维护与管理，包括全面检查清理、修补防腐、设备调试保养，以及建立运行制度、日常巡查监测、定期维护和人员培训等内容，为水闸施工提供全面技术参考。

关键词：水闸；施工技术；维护与管理

引言

水闸作为水利工程中的关键设施，在防洪、灌溉、供水等方面发挥着不可替代的作用。其施工质量直接关系到水利工程的整体效益与安全运行。长江勘测规划设计研究有限责任公司的陈浩、舒耀辉、张瑜三位专业人员，凭借丰富的实践经验与深厚的专业知识，深入探析水闸施工技术。从前期准备到各部位施工，再到后期维护管理，全方位剖析技术要点，助力提升水闸建设质量。

1 水闸施工前期准备

施工场地的合理规划是水闸施工顺利开展的基础。首先要对施工现场进行全面勘察，了解地形地貌、地质条件、周边环境等因素^[1]。根据勘察结果，划分不同的功能区域，如材料堆放区、设备停放区、加工制作区、办公生活区等。材料堆放区应选择地势较高、排水良好的位置，避免材料受潮损坏；设备停放区要保证设备进出方便，且与施工区域保持适当距离，减少相互干扰；加工制作区需配备完善的加工设备和工具，满足施工过程中的加工需求；办公生活区要为员工提供舒适的工作和生活环境，确保施工人员的身心健康。施工材料的质量直接影响水闸工程的质量和使用寿命。在材料采购前，要严格按照设计要求和相关标准，对材料供应商进行评估和选择，确保所采购的材料质量可靠。对于主要材料，如水泥、钢材、砂石等，要进行严格的检验和试验，合格后方可进场使用。同时要做好材料的储存和保管工作，防止材料变质或损坏。施工设备的选型和配备要根据工程特点和施工要求进行合理选择。大型设备如挖掘机、起重机、混凝土搅拌机等要提前进行调试和维

护，确保设备性能良好。小型工具和仪器设备也要准备齐全，并进行定期校准和检查，保证其精度和可靠性。此外，要建立设备管理制度，明确设备的使用、维护和保养责任，提高设备的使用效率和使用寿命。施工队伍的素质和技能水平是保证水闸施工质量的关键。在施工前，要根据工程规模和施工要求，组建一支专业齐全、技术过硬的施工队伍。对施工人员进行全面的技术培训，包括施工工艺、操作规程、质量标准、安全知识等方面的培训，使施工人员熟悉施工流程和要求，掌握必要的技能和方法。

2 水闸基础施工技术

2.1 基础开挖

基础开挖作为水闸施工的重要环节，其施工质量对水闸的稳定性和安全性有着深远影响。在开挖前，必须依据设计图纸和现场实际情况，精确确定开挖范围和开挖深度，并设置明显且牢固的标志和测量控制点。这些标志和控制点将为开挖过程提供准确的定位依据，确保开挖尺寸符合设计要求。选择合适的开挖设备和方法是提高开挖效率和质量的关键。对于大面积的基础开挖，挖掘机、推土机等大型设备是常用选择，它们能够快速完成土方开挖任务。在开挖过程中，严格控制开挖边坡的坡度至关重要。边坡坡度过陡容易导致边坡坍塌，引发安全事故，同时也会影响基坑的稳定性。因此，要根据地质条件和设计要求，合理确定边坡坡度，并采取相应的支护措施，如设置挡土板、锚杆等，确保边坡稳定。及时排除开挖过程中的积水是保证施工质量的重要措施。基坑积水会软化地基土，降低地基承载力，影响后续基础施工。可通过设置排水沟、集水井等排水设

施,将积水迅速排出基坑。开挖完成后,对基坑进行彻底清理和整平,清除基坑内的杂物、松散土等,为后续的基础施工创造良好的条件。

2.2 基础处理

根据地质勘察报告 and 设计要求,对基础进行科学合理的处理是确保水闸稳定运行的关键。常见的基础处理方法有多种,每种方法都有其适用的地质条件和特点。换填法适用于软弱地基。当遇到软弱土层时,将软弱土层挖除,换填强度较高的砂石、碎石等材料,并进行分层夯实。通过换填,提高了地基的承载力,减少了地基沉降,为水闸提供了稳定的基础。在换填过程中,要严格控制换填材料的质量和分层夯实的厚度及压实度,确保换填效果符合设计要求。强夯法是通过重锤自由落体对地基进行强力夯实^[2]。重锤的高能量冲击使地基土体密实,从而提高地基的强度和稳定性。强夯法适用于处理碎石土、砂土、低饱和度的粉土与黏性土等地基。在实施强夯法时,要根据地基土的性质和设计要求,合理确定夯击能、夯击次数和夯击间距等参数,确保强夯效果达到预期目标。桩基础适用于地质条件较差、承载力不足的地基。通过打入或灌注桩,将上部结构的荷载传递到深层土体或岩层中,保证水闸的稳定性。桩基础的施工工艺较为复杂,对施工质量要求较高。在施工过程中,要严格控制桩的垂直度、桩位偏差和桩身质量等指标,确保桩基础能够承受上部结构的荷载,为水闸提供可靠的基础支撑。

2.3 基础混凝土浇筑

基础混凝土浇筑是水闸基础施工的关键工序,其质量直接影响水闸基础的强度和耐久性。在浇筑前,对模板、钢筋等进行严格检查和验收是必不可少的环节。检查模板的尺寸、平整度和牢固程度,确保模板能够准确成型,且在混凝土浇筑过程中不发生变形、漏浆等问题;检查钢筋的规格、数量、间距和锚固长度等是否符合设计要求,保证钢筋能够有效地承受荷载,与混凝土共同工作。混凝土要严格按照配合比进行搅拌,确保混凝土的强度和质量。配合比是根据工程设计要求和原材料性能通过试验确定的,必须严格执行。在搅拌过程中,要控制好搅拌时间和投料顺序,保证混凝土搅拌均匀,各项性能指标符合要求。采用分层分段浇筑的方法进行混凝土浇筑,每层浇筑厚度不宜过大,一般为30-50cm。分层分段浇筑可以使混凝土更好地散热,避免因混凝土内部温度过高而产生裂缝,同时也有利于振捣密实。在浇筑过程中,要使用振捣器进行充分振捣,确保混凝土密实,避免出现蜂窝、

麻面等质量问题。振捣时要掌握好振捣时间和振捣范围,防止过振或漏振。做好混凝土的养护工作是保证混凝土强度正常发展和防止混凝土开裂的重要措施。混凝土浇筑完成后,要及时覆盖保湿材料,如塑料薄膜、草帘等,保持混凝土表面湿润。

3 水闸闸室施工技术

3.1 闸室底板施工

闸室底板是水闸的重要组成部分,承受着上部结构的荷载和水压力。在底板施工前,要对基础进行验收,确保基础质量符合要求。底板钢筋的绑扎要严格按照设计图纸进行,保证钢筋的间距、数量和锚固长度符合要求。模板安装要牢固、平整,接缝严密,防止漏浆。混凝土浇筑时,要采用分层浇筑的方法,从一端向另一端推进,确保混凝土浇筑的连续性。在混凝土初凝前,要进行二次振捣和抹面处理,提高混凝土的密实度和平整度。

3.2 闸墩施工

闸墩是水闸闸室的主要支撑结构,其施工质量直接影响到水闸的整体稳定性和安全性。闸墩钢筋的绑扎要注意保护层厚度,避免钢筋外露。模板安装要采用定型模板,保证闸墩的尺寸和形状符合设计要求。在混凝土浇筑过程中,要注意控制浇筑速度和浇筑高度,防止混凝土离析。同时,要加强对闸墩的养护,特别是在高温季节,要采取有效的降温措施,防止闸墩出现裂缝。

3.3 闸门安装

闸门是水闸的核心部件,其安装质量直接影响到水闸的启闭功能和水流控制效果。在闸门安装前,要对闸门进行全面检查,确保闸门的尺寸、形状和材质符合设计要求,同时要对安装部位进行清理和测量,保证安装精度^[3]。采用合适的起重设备将闸门吊装就位,并进行初步调整。然后,通过螺栓连接或焊接等方式将闸门与闸墩固定牢固。在闸门安装完成后,要进行调试和试验,检查闸门的启闭是否灵活、密封是否良好。

4 水闸上下游连接段施工技术

4.1 上游连接段施工

上游连接段主要包括护底、护坡和翼墙等部分。护底施工要采用合适的材料,如块石、混凝土板等,保证护底的稳定性和抗冲刷能力。护坡施工要根据设计要求选择合适的坡度和护坡形式,如干砌石护坡、浆砌石护坡等。在护坡施工过程中,要注意石料的质量和砌筑工艺,保证护坡的整体性和稳定性。翼墙施工要注意与闸

室和护坡的连接,保证连接部位的密封性和稳定性。

4.2 下游连接段施工

下游连接段主要包括消力池、海漫和防冲槽等部分。消力池是消除水流能量的重要设施,其施工要严格按照设计要求进行。在消力池底板和边墙施工过程中,要注意混凝土的浇筑质量和养护,防止出现裂缝和渗漏等问题。海漫施工要采用透水性较好的材料,如砂石、碎石等,保证海漫的稳定性和消能效果。防冲槽施工要在海漫末端设置,采用块石等材料填充,防止水流对河床的冲刷。

4.3 上下游连接段与闸室连接施工

上下游连接段与闸室的连接是水闸施工的关键部位,其施工质量直接影响到水闸的整体性能。在连接施工过程中,要注意处理好连接部位的防水和密封问题,防止出现渗漏现象。同时,要保证连接部位的结构强度和稳定性,确保在水流作用下不会发生破坏。在连接完成后,要进行全面的检查和验收,确保连接质量符合设计要求。

5 水闸施工后期维护与管理

5.1 施工后期维护

水闸施工完成后,全面检查与清理工作需立即展开。检查涵盖水闸各个部位,从基础结构到表面设施,确保无部件损坏、缺失或安装偏差。清理工作则针对施工过程中残留的杂物、建筑垃圾等,保证水闸周边及内部通道畅通,避免杂物影响设备运行或造成堵塞。混凝土表面常出现裂缝、蜂窝等质量问题。裂缝会使水分渗透至内部,侵蚀钢筋,降低结构强度与耐久性;蜂窝影响混凝土密实度,削弱抗渗能力。针对这些问题,需依据裂缝宽度、深度及蜂窝严重程度,选择合适修补材料与方法。如对于浅裂缝,可采用表面封闭法;较深裂缝则需压力灌浆处理;蜂窝部位应先清除松散颗粒,再用高强度砂浆或混凝土填补^[4]。金属结构部件长期暴露于自然环境,易受腐蚀。防腐处理是延长其使用寿命的关键。可采用涂刷防腐涂料的方式,根据部件使用环境要求,选择合适涂料种类与涂刷层数;对于重要金属结构,还可采用电化学保护等先进技术,减缓腐蚀速度。水闸启闭设备是控制水流的关键装置。调试工作包括检查设备机械传动部分的灵活性,确保齿轮、链条等部件运转顺畅,无卡阻现象;电气控制系统的稳定性,验证信号传输准确、控制指令执行可靠。

5.2 运行管理

建立科学运行管理制度是水闸正常运行的基础。制定合理运行计划,需综合考虑水情变化、工程任务与要求。依据降雨预报、河流水位等信息,提前规划水闸启闭时间与开度,实现防洪、灌溉、供水等功能的协调发挥。日常巡查与监测是及时发现问题的有效手段。巡查人员按照规定路线与频次,对水闸各部位进行细致检查,记录设备运行参数与状态变化。监测工作借助先进仪器设备,对水闸位移、沉降、应力等关键指标进行实时监测,建立数据档案,通过数据分析预测潜在问题。定期维护与保养确保水闸各部件处于良好工作状态。根据部件使用频率与磨损规律,制定详细维护计划,对易损件及时更换,对关键部件进行深度保养,加强对运行管理人员技术培训,提高其业务水平与管理能力^[5]。培训内容包括水闸运行原理、设备操作维护、应急处理等方面,通过理论学习与实践操作相结合,保证管理人员能够熟练掌握水闸运行管理技能,保障水闸安全运行。

结语

水闸施工技术涵盖多个环节,每个环节都紧密相连且至关重要。从前期的精心筹备,到施工过程中的严格把控,再到后期的悉心维护与管理,每一步都影响着水闸的质量与性能。只有全面掌握并精准实施各项技术要点,才能打造出高质量的水闸工程,使其在水利工程中稳定、高效地发挥作用,为经济社会发展和人民生活提供坚实的保障。

[基金项目]:长江勘测规划设计研究有限责任公司生产科研项目:“闸泵站对流域水环境的影响及调控研究”(CX2025S024)、“建设工程全过程工程咨询项目智慧建管及信息化应用研究”(CX2025S027)。

参考文献

- [1] 路鑫. 水利水电工程中的水闸施工技术探析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2023(2):30-33.
- [2] 陈建才. 泵站水闸除险加固施工技术探析[J]. 江西建材,2023(1):232-233+236.
- [3] 张英坤. 水利工程水闸施工技术要点探析[J]. 中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2023(6):53-56.
- [4] 徐永力. 水利水电工程的水闸施工技术探析[J]. 中国科技期刊数据库工业A,2021(9):170-170.
- [5] 崔吉平. 水利水电工程中水闸施工技术探析[J]. 建筑与装饰,2020(11):186-186+190.