

# 水利工程水闸施工方法研究

范书通

河北省水利工程局集团有限公司第五分公司 河北 衡水 053800

**摘要:** 水利工程中的水闸施工涉及多个关键技术体系,包括基础处理技术、混凝土施工技术和金属结构与机电安装等。本文详细探讨了这些关键技术,并提出了施工过程管理优化策略,如施工组织设计、质量控制体系和安全风险管控措施。还介绍了新技术集成和绿色施工实践的应用,以提升水闸工程的整体质量和安全性。

**关键词:** 水利工程;水闸施工;关键技术;施工管理;智能化应用

引言:水利工程中,水闸是调节水位、控制水流的关键设施,其施工质量至关重要。随着水利事业发展,对水闸施工提出更高要求。当前水闸施工面临地质条件复杂、技术难度大、管理要求高等挑战。深入研究水闸施工方法,优化施工管理,创新施工技术,对保障水闸工程安全、高效建设,发挥水利枢纽综合效益意义重大。

## 1 水闸施工关键技术体系

### 1.1 基础处理技术

基础处理是水闸施工的关键环节,直接影响到整个工程的稳定性和安全性。根据不同的地质条件,采用相应的基础处理方法至关重要。在软土地基上建造水闸时,常见的处理方法包括换填、强夯和桩基等。换填是指通过挖除软弱土层,回填砂石或其他高强度材料来增强地基承载能力。强夯则是利用重锤自由落体产生的冲击力对地基进行压实,提高地基密实度。桩基则是在软土地基中打入预制桩或灌注桩,以增强地基的整体稳定性。这些方法的选择取决于具体地质条件和工程需求。对于砂土地基,排水固结法是一种有效的处理手段。这种方法通过设置竖向排水通道(如砂井或塑料排水板),加速地基中水分排出,从而增加地基的承载能力。此方法适用于地下水位较高且需要快速固结的地基环境。岩石地基通常具有较高的承载能力,但仍需采取适当措施确保其稳定性和抗滑性能。锚固技术通过在岩石中钻孔并插入钢筋或钢缆,然后注入水泥浆固定,可以有效提高岩石地基的稳定性<sup>[1]</sup>。爆破控制则用于处理坚硬岩石,通过精确控制炸药用量和爆破顺序,减少对周围环境的影响,确保施工安全。防渗加固技术也是基础处理中的重要环节。垂直防渗技术主要包括混凝土防渗墙和高压喷射注浆。混凝土防渗墙是在地下挖掘沟槽,然后浇筑混凝土形成连续的墙体,阻止地下水渗透。高压喷射注浆则是通过高压泵将水泥浆液喷射入土层中,形成坚固的防渗屏障。水平防渗技术则包括铺设铺盖和

反滤层,前者用于覆盖地表,防止地表水下渗;后者则用于过滤地下水中的细颗粒,避免堵塞排水系统。

### 1.2 混凝土施工技术

混凝土作为水闸的主要建筑材料,其质量和性能直接关系到水闸的使用寿命和安全性。混凝土施工技术涵盖了从材料选择到浇筑过程中的各个环节。在材料与配合比优化方面,需根据水闸的具体使用环境,调整混凝土的抗渗、抗冻、抗冲刷性能。例如,在高寒地区,应选用抗冻性能优异的水泥,并添加适量的引气剂,以提高混凝土的抗冻融能力。根据现场实际情况动态调整配合比,确保混凝土的各项性能指标满足设计要求。分块浇筑与温控是混凝土施工中的另一关键技术。为避免大体积混凝土因温度应力而产生裂缝,通常采用分缝分块的原则进行浇筑。这不仅有助于分散结构应力,还能适应施工能力的限制。在浇筑过程中,还需严格控制混凝土的内部温度,常用的方法包括内降外保和使用低热水泥。内降外保即在混凝土内部设置冷却水管,外部覆盖保温材料,以减小内外温差。低热水泥则因其较低的水化热特性,能有效降低混凝土内部温度,减少温度裂缝的发生。特殊部位施工也是混凝土施工中的难点之一。止水缝的处理要求严格,无论是水平还是垂直止水片的安装,都需确保位置准确、密封良好。施工缝的处理同样重要,需对旧混凝土表面进行凿毛处理,并涂刷界面剂,以增强新旧混凝土之间的粘结强度。还需注意预留伸缩缝的位置和尺寸,以适应温度变化引起的结构变形。

### 1.3 金属结构与机电安装

金属结构和机电设备是水闸正常运行的核心部分,其安装质量直接关系到水闸的操作灵活性和安全性。闸门与埋件安装是一项高精度的工作,要求施工人员具备丰富的经验和精湛的技术。在安装过程中,需严格按照设计图纸进行高精度定位,确保闸门与埋件之间的间隙符合要求。焊接变形控制也是关键环节,需采取合理

的焊接工艺和顺序,尽量减少焊接变形对结构的影响。防腐处理则通过喷涂防腐涂料或采用镀锌等方法,延长金属结构的使用寿命。启闭机调试是确保水闸操作灵活性和安全性的最后一道工序。空载试验用于检查启闭机的机械性能,确保其运转平稳、无异常噪音。负载试验则模拟实际工况,验证启闭机在满负荷状态下的工作性能。安全保护装置校验则包括限位开关、过载保护等装置的功能测试,确保在紧急情况下能够及时停止运行,避免事故发生。

## 2 施工过程管理优化策略

### 2.1 施工组织设计

施工组织设计是整个施工过程的核心环节,它决定了工程能否按计划顺利推进。在工序衔接逻辑方面,以闸室为中心,遵循“先深后浅、先重后轻”的原则。这意味着,在施工过程中,应优先处理深度较大或重量较重的部分,如基础和结构主体,然后再进行表层装饰和其他附属设施的施工<sup>[2]</sup>。这样的安排有助于减少后续工序对已完成部分的影响,提高整体施工效率。资源动态调配也是施工组织设计的关键内容之一。设备选型需根据具体施工需求选择合适的机械设备。例如,振冲器用于地基加固,混凝土泵车用于混凝土浇筑等。每种设备的选择都应基于其性能特点和适用场景,以确保施工过程中的高效运作。人员技能矩阵则需明确各类特种作业持证人员的数量和分布情况,确保每个施工环节都有具备相应资质的人员负责。例如,焊接作业需要持有特种作业证书的焊工,电工作业则需要持有电工操作证的专业人员。通过合理配置人力物力资源,可以有效提升施工效率,减少资源浪费。在具体的施工组织中,还需考虑如何合理安排施工队伍的工作时间和任务分配。例如,在高温季节,可以通过调整工作时间,避开中午高温时段,减轻工人劳动强度,提高工作效率。还需制定详细的施工进度计划,并定期检查和调整,确保各项任务按时完成。

### 2.2 质量控制体系

建立完善的质量控制体系是保障工程质量的基础。三检制是一种行之有效的质量管理方法,包括班组自检、工序互检和专检终检三个层次。班组自检要求每个班组在完成自身工作后进行初步检查,确保本班组的作业符合标准;工序互检则是相邻工序之间互相检查,防止质量问题传递到下一环节;专检终检由专门的质量检验人员进行最终验收,确保整个工程达到设计要求。隐蔽工程验收同样不可忽视。隐蔽工程如地基处理、钢筋绑扎和止水设施等,在被覆盖前必须经过严格验收,并

留存影像资料。这些影像资料不仅作为验收依据,也为后续维护提供了重要参考。例如,在地基处理过程中,通过拍摄各个施工阶段的照片和视频,可以详细记录施工过程中的关键节点,便于后期查阅和分析。对于钢筋绑扎和止水设施等隐蔽工程,也需严格按照规范进行检查,并留存相关影像资料,确保工程质量无隐患。在混凝土施工中,除了严格执行三检制外,还需特别关注混凝土的养护工作。混凝土养护期间,应保持适当的温度和湿度条件,避免因环境变化导致的裂缝等问题。可采取覆盖保温材料、喷洒养护剂等措施,确保混凝土达到设计强度。施工过程中还需加强与设计单位的沟通协调,及时解决施工中遇到的技术难题。例如,在遇到复杂地质条件时,可通过现场取样分析,调整设计方案,确保施工方案的可行性和安全性。

### 2.3 安全风险管控

安全风险管控是施工过程中的重中之重。高风险作业防护措施必不可少。例如,在深基坑支护中,采用钢板桩或土钉墙等方式,增强基坑边坡的稳定性,防止塌方事故。高空作业平台则需配备防坠网和双钩安全带等防护装置,确保作业人员的安全。这些防护措施不仅能降低事故发生率,还能提高施工现场的整体安全性。针对可能出现的风险事件,需提前制定详细的应急预案。例如,导流管涌封堵和极端天气停工标准等,都是施工过程中常见的应急情况。导流管涌封堵预案应涵盖应急响应流程、所需物资准备以及人员职责分工等内容,确保在紧急情况下能够迅速有效地采取行动,最大限度地减少损失<sup>[3]</sup>。极端天气条件下,如暴雨、台风等,需根据实际情况决定是否停工,并采取相应的防范措施,如加固临时设施、转移易损物品等,确保施工现场和人员的安全。还需加强对施工现场的安全巡查和隐患排查。定期组织安全检查,发现并及时整改安全隐患,确保施工环境的安全性。例如,检查脚手架的稳固性、电气设备的安全运行情况等,都是日常安全管理工作的重要组成部分。通过建立健全的安全管理体系,可以有效提升施工现场的安全水平,保障施工人员的生命财产安全。在施工过程中,还需注重环境保护和文明施工。例如,合理规划施工场地,减少对周边环境的影响;设置扬尘防治设施,降低施工扬尘对空气质量的影响;妥善处理施工废弃物,避免污染环境。通过实施绿色施工措施,不仅可以保护生态环境,还能提升企业的社会形象。

## 3 施工方法创新与智能化应用

### 3.1 新技术集成

建筑信息模型(BIM)技术的应用为水闸工程施工带

来了革命性的变化。BIM技术通过三维建模,不仅能够直观展示工程的各个细节,还具备多项实用功能,如三维碰撞检测、施工进度模拟和工程量自动统计等。在三维碰撞检测方面,BIM技术能够在设计阶段发现不同专业之间的冲突点,例如管道与结构梁的位置冲突。通过提前解决这些问题,可以避免施工过程中的返工和延误,提高工作效率。利用BIM进行施工进度模拟,可以在虚拟环境中预演整个施工流程,帮助管理人员更好地规划资源分配和时间安排。工程量自动统计功能则可以自动生成所需的材料清单,减少了人工计算的工作量,并提高了准确性。物联网(IoT)技术的应用使施工现场的实时监控成为可能。通过安装各种传感器,可以对关键参数进行持续监测,及时发现并解决问题。例如,在混凝土施工过程中,温度和应变传感器可以实时监测混凝土内部的温度变化和应力分布情况,帮助施工人员采取措施控制温度裂缝的产生。对于闸门启闭系统,可以通过安装力传感器来监测启闭力的变化,确保设备运行正常,及时发现潜在故障。物联网技术还可以用于施工现场的安全管理。例如,在高风险作业区域安装环境监测传感器,实时监测空气质量、噪音水平等指标,确保工作环境符合安全标准。

### 3.2 绿色施工实践

绿色施工的一个重要方面是资源循环利用。在水闸工程施工过程中,有许多机会可以实现资源的再利用。例如,废水沉淀回用系统可以将施工现场产生的废水经过处理后重新利用于喷洒降尘或混凝土养护,既节约了水资源,又减少了环境污染<sup>[4]</sup>。废弃混凝土再生骨料也是资源循环利用的重要手段。通过破碎、筛分等工艺处理废弃混凝土,可以将其转化为再生骨料,用于新混凝土的配制或其他非结构性用途。这种方法不仅减少了建筑垃圾的排放,还降低了新材料的需求,具有显著的经济

和环境效益。除了资源循环利用,生态修复措施也是绿色施工的重要组成部分。在施工区植被恢复方面,应在施工结束后尽快恢复原生植被,以减少土壤侵蚀和水土流失。选择适合当地气候条件的植物种类,可以加快植被恢复的速度,增强生态系统的稳定性。鱼类洄游通道预留则是保护生物多样性的具体措施之一。许多水闸工程位于河流之上,阻断了鱼类的自然洄游路径。通过在设计 and 施工过程中预留专用通道,如鱼道或升鱼机,可以帮助鱼类顺利通过水闸,维持其正常的繁殖周期。这种做法不仅有助于保护鱼类种群,还促进了河流生态系统的健康。施工过程中还需注意减少对周边生态环境的干扰。例如,在施工前进行详细的生态调查,了解区域内动植物的分布情况,并制定相应的保护措施。在施工期间,尽量减少噪声和振动对野生动物的影响,避免夜间施工或使用低噪音设备。

### 结束语

水利工程水闸施工涉及多方面技术与管理工作。本文详细阐述关键技术体系、施工过程管理优化策略以及施工方法创新与智能化应用。通过这些内容,为水闸施工提供全面且实用的参考。未来,应持续加强技术研发与管理创新,推动水闸施工向更高效、更安全、更绿色方向发展,助力水利事业高质量发展。

### 参考文献

- [1]邓卫民.水利工程中水闸施工技术及管理研究[J].珠江水运,2024,(03):29-31.
- [2]罗创.水利工程水闸施工技术的应用分析[J].水上安全,2023,(09):163-165.
- [3]张思蜜,林法贺.水利水电工程中水闸施工技术与管理研究[J].水上安全,2024(10):25-27.
- [4]黎颖明.水闸施工技术在水利建设中的实践应用[J].城市建设理论研究(电子版),2023,(25):199-201.