

# 水利水电工程中水闸施工技术

贾海超<sup>1</sup> 杨波<sup>2</sup>

1. 天津市津水建筑工程有限公司 天津 301900

2. 天津市蓟州区自来水供水有限公司 天津 301900

**摘要：**水利水电工程是关乎国计民生的重要基础设施，在水资源调配、防洪减灾、水力发电等方面发挥着关键作用。本文聚焦水利水电工程中的水闸施工技术。先阐述了水闸工程的基本概况，接着详细剖析了施工技术要点，涵盖施工前期准备、基础施工、混凝土施工、金属结构安装以及导流与截流施工等方面。最后探讨了水闸施工技术的发展趋势与展望，包括技术创新、绿色发展及对未来水利水电工程建设的影响，为水闸施工技术的应用与发展提供参考。

**关键词：**水利水电；工程水闸；施工技术

引言：水利水电工程在水资源合理调配、防洪减灾以及发电等方面发挥着关键作用。水闸作为水利水电工程的重要组成部分，其施工质量直接关系到工程的整体效益和安全运行。随着水利事业的不断发展，对水闸施工技术的要求也日益提高。然而，当前水闸施工中仍存在一些技术难题和挑战。深入研究水闸施工技术要点，掌握其发展趋势，对于提升水闸施工质量、推动水利水电工程建设具有重要的现实意义。

## 1 水利水电工程中水闸工程概述

水闸，作为水利水电工程的核心设施，在水资源调配与利用领域发挥着举足轻重的作用。它通过控制水位和调节流量，实现防洪、灌溉、排涝、航运等多项功能，是保障区域水安全、促进经济社会可持续发展的关键枢纽。从功能分类来看，水闸可分为节制闸、进水闸、排水闸、挡潮闸等多种类型。节制闸用于调节水位、控制流量，确保上下游水位和水流符合工程需求；进水闸负责引导水流进入灌溉渠道或水电站，为农业生产和发电提供水源；排水闸则在洪涝时期及时排除内涝积水，保障区域防洪安全；挡潮闸能够抵御潮水倒灌，保护沿海地区免受海水侵袭。在水利水电工程体系中，水闸的地位不可或缺。它与大坝、水库等设施协同工作，共同构建起完整的水资源调控网络。一方面，水闸能够有效调节河流水位，保证航道水深，促进内河航运的发展。另一方面，通过精准控制灌溉用水，提高水资源利用效率，为农业丰收奠定坚实基础<sup>[1]</sup>。

## 2 水利水电工程中水闸施工技术要点

### 2.1 施工前期准备

#### 2.1.1 地质勘察

地质勘察是水闸施工前期准备的关键步骤。专业勘察团队运用多种勘探手段，如钻探、物探等，对水闸拟

建区域的地质条件展开全面探测。详细查明地层结构、岩土特性，包括土壤的类型、密实度、承载力，岩石的岩性、节理裂隙发育情况等。了解地下水位及其变化规律也至关重要，因为这直接影响基础施工的排水方案制定。通过准确的地质勘察，能为后续基础设计提供可靠依据，避免因地质条件不明导致基础选型不当，引发诸如地基沉降、滑移等工程事故，保障水闸在全生命周期内的稳定性。

#### 2.1.2 施工图纸设计与审核

施工图纸设计需由具备丰富经验的设计团队承担。依据工程规划、地质勘察成果以及相关规范标准，精心绘制水闸各个部分的详细图纸，涵盖闸室、上下游连接段、地基处理等。图纸不仅要清晰标注尺寸、高程，还要明确各部位的施工工艺和技术要求。设计完成后，严格的图纸审核不可或缺。组织设计、施工、监理等多方专业人员共同参与，对图纸的完整性、准确性、可行性进行细致审查。重点检查各部位设计是否合理，有无冲突或遗漏，施工工艺是否符合现场实际条件等。通过严谨的图纸设计与审核，为水闸施工提供精确的“导航图”，减少施工过程中的变更与失误。

#### 2.1.3 施工方案制定

施工方案是水闸施工的行动纲领。施工单位结合工程特点、地质条件、施工资源等因素制定方案。首先确定总体施工顺序，如先进行基础施工，再开展闸室主体建设等。详细规划各分项工程施工方法，像基础施工中是采用灌注桩、预制桩还是其他地基处理方式。合理安排施工进度计划，明确各阶段工期节点，确保工程有序推进。同时，制定质量控制措施，对关键工序设置质量控制点，加强过程监督。此外，还需考虑安全保障措施，针对水闸施工中的高空作业、水上作业等风险点，

制定有效的防护方案,保障施工人员安全,使水闸施工在安全、质量、进度等多方面实现统筹兼顾。

## 2.2 基础施工技术

### 2.2.1 地基处理

地基处理是水闸基础施工的核心环节,旨在提升地基的承载能力与稳定性。当遇到软弱地基时,常采用换填法,即将基础底面以下一定范围内的软弱土层挖除,换填强度高、压缩性低的材料,如砂石、灰土等,通过分层夯实,增强地基的承载性能。对于含水量大、压缩性高的地基,排水固结法较为适用,借助砂井、塑料排水板等竖向排水体,结合堆载预压,加速地基土孔隙水排出,促使土体固结,提高地基强度。此外,深层搅拌法利用水泥、石灰等固化剂,通过特制的深层搅拌机,将其与地基土强制搅拌,使软土硬结成具有整体性、水稳性和一定强度的桩体或复合地基,大幅改善地基条件,确保水闸基础能够承受上部结构传来的巨大荷载,避免不均匀沉降等问题,为水闸安全运行奠定坚实基础。

### 2.2.2 基坑开挖

基坑开挖是水闸基础施工的先行步骤,需严格遵循规范与设计的要求。开挖前,要精确测量放线,确定基坑的位置、尺寸与高程。采用机械开挖与人工配合的方式,大型挖掘机负责主要土方作业,提高施工效率,临近基底设计标高时,改用人工开挖,防止超挖扰动基底土。在开挖过程中,做好边坡支护至关重要,根据地质条件和基坑深度,选用合适的支护形式,如钢板桩支护、土钉墙支护等,确保边坡稳定,防止坍塌事故发生。同时,重视基坑排水工作,在基坑周边设置截水沟、集水井,及时排除地表水与地下水,避免基底被水浸泡,影响地基承载力。

## 2.3 混凝土施工技术

### 2.3.1 混凝土原材料选择与配合比设计

混凝土原材料的选择对其性能至关重要。水泥应根据工程特点与环境条件合理选用,如普通硅酸盐水泥适用于一般水闸工程,低热水泥则用于大体积混凝土部位,以减少水化热。骨料方面,粗骨料应质地坚硬、级配良好,粒径适中,确保混凝土具有足够强度与抗渗性;细骨料宜采用中砂,含泥量严格控制,避免影响混凝土和易性。外加剂的使用能显著改善混凝土性能,减水剂可提高混凝土流动性,缓凝剂能延长混凝土凝结时间,满足不同施工需求。配合比设计需依据工程设计强度等级、耐久性等要求,通过试配确定。精确计算水泥、骨料、水及外加剂的用量,确保混凝土在满足工作

性的同时,具备良好的强度与耐久性,为水闸混凝土施工质量奠定基础。

### 2.3.2 混凝土浇筑与振捣

浇筑前,对模板、钢筋等进行细致检查,确保其安装牢固、位置准确、清理干净。根据浇筑部位与方量,合理选择浇筑方法,如分层浇筑适用于大体积混凝土,能有效控制水化热;分段浇筑则用于较长的闸室结构。浇筑过程中,保持混凝土连续供应,防止出现冷缝。振捣是保证混凝土密实度的重要手段,采用插入式振捣棒结合平板振捣器,振捣棒应快插慢拔,均匀振捣,确保混凝土内部气泡充分排出,使混凝土与模板、钢筋紧密结合。振捣时间要控制得当,避免过振或漏振,过振会导致混凝土离析,漏振则造成混凝土不密实,影响结构强度与抗渗性能,保障混凝土浇筑质量达到设计要求。

### 2.3.3 混凝土养护与温度控制

养护在混凝土浇筑完毕后及时进行,采用洒水保湿养护,保持混凝土表面湿润,使水泥充分水化,提高混凝土强度。对于大体积混凝土,温度控制尤为关键。在混凝土内部埋设测温元件,实时监测温度变化,通过冷却水管通水循环等措施,降低混凝土内部最高温度,减小内外温差,防止因温度应力产生裂缝。在养护过程中,根据气温变化调整养护措施,冬季注意保温,防止混凝土受冻,夏季避免暴晒,确保混凝土在适宜的温度、湿度环境下硬化,提高混凝土的耐久性与抗裂性能,延长水闸结构的使用寿命。

## 2.4 金属结构安装技术

### 2.4.1 闸门安装

安装前,需对闸门各部件进行全面检查,确保其尺寸精度、焊接质量等符合设计标准。同时,清理闸槽内杂物,保证闸槽表面平整光滑。安装时,利用大型起重设备将闸门准确吊运至闸槽位置,按照先底槛、再侧轨、最后门叶的顺序进行安装。底槛安装要严格控制其高程与水平度,确保与设计要求的偏差在允许范围内,为后续门叶安装提供精准基准。侧轨安装过程中,需采用测量仪器实时监测其垂直度,通过调整垫片等方式进行精确校准。门叶安装时,注意各节门叶之间的连接,保证焊缝质量,防止漏水。安装完成后,对闸门进行调试,检查其升降是否顺畅、止水效果是否良好,确保闸门能够正常运行,有效控制水流。

### 2.4.2 启闭机安装

启闭机作为控制闸门升降的关键设备,安装质量直接影响水闸运行的可靠性。安装前,根据设计要求在闸墩上准确预埋基础螺栓,确保其位置、间距符合标准。

同时,对启闭机各部件进行预组装和调试,检查其性能是否良好。安装时,利用吊车等设备将启闭机吊运至指定位置,通过基础螺栓与闸墩固定连接。安装过程中,严格控制启闭机的水平度和垂直度,采用水平仪、经纬仪等测量工具进行监测,通过调整垫铁高度等方式进行校准。安装完成后,进行电气系统的连接与调试,确保电机、控制器等电气设备运行正常。随后,对启闭机进行空载、负载试运行,检查其运行平稳性、制动可靠性以及与闸门连接的牢固性,确保在各种工况下都能准确、可靠地控制闸门升降,保障水闸安全、高效运行<sup>[2]</sup>。

## 2.5 导流与截流施工技术

### 2.5.1 导流方案选择与实施

在选择时,需综合考量工程规模、水文地质条件、施工进度计划等因素。常见的导流方案有分段围堰法和全段围堰法。分段围堰法适用于河床较宽、流量较大的河流,它将河床分段,分期进行施工,利用束窄后的河床导流,后期再通过导流隧洞、涵管等设施导流。全段围堰法则是在河床外修筑围堰,一次性截断河床水流,使水流通过事先修建好的导流建筑物下泄,适用于河床较窄、流量较小的工程。实施导流方案时,要确保导流建筑物的施工质量,如导流隧洞的衬砌要牢固,防止渗漏;涵管的进出口要妥善处理,保证水流顺畅。同时,依据实际水情变化,灵活调整导流流量,保障施工期间河道水流稳定,为主体工程施工创造安全、有利的条件。

### 2.5.2 截流方法与技术要点

截流是截断原河床水流,最终实现围堰闭气的关键步骤。常用的截流方法有立堵法和平堵法。立堵法是从龙口一端向另一端或从两端向中间抛投截流材料,逐步束窄龙口,直至截断水流,该方法施工简单、造价较低,但对龙口流速控制要求高。平堵法是沿龙口全线从河底向上抛填,使戗堤均匀上升直至高出水面,它对龙口水流条件改善较好,但施工设备要求较高。截流施工的技术要点包括准确把握截流时机,一般选在枯水期进行,以降低截流难度;合理选择截流材料,根据龙口流速、流量等,选用块石、混凝土四面体等不同粒径和重量的材料。精确控制抛投强度,保证戗堤进占速度,防止因抛投不及时导致龙口冲刷加剧。

## 3 水闸施工技术的发展趋势与展望

### 3.1 技术创新趋势

在技术创新方面,水闸施工技术正朝着智能化、数字化迈进。借助物联网技术,可实时监测施工过程中的

各项参数,如混凝土浇筑温度、结构变形等,实现精准施工与及时预警。大数据分析能对施工数据深度挖掘,优化施工方案。3D打印技术也逐渐应用于水闸构件制作,提升生产精度与效率。此外,新型建筑材料不断涌现,高强度、耐腐蚀、耐久性好的材料将广泛用于水闸建设,降低维护成本,延长工程使用寿命,推动水闸施工技术迈向新高度。

### 3.2 绿色发展趋势

绿色发展成为水闸施工技术的重要趋势。施工过程中,注重节能减排,采用新能源施工设备,减少碳排放。推广绿色施工工艺,如对废弃混凝土进行回收再利用,制成再生骨料用于新的混凝土生产。优化施工流程,降低施工噪声、粉尘等污染,减少对周边环境的影响。在水闸运行阶段,采用生态友好型设计,如设置鱼道等设施,保障水生生物洄游,实现水利工程与生态环境的和谐共生,践行可持续发展理念。

### 3.3 对未来水利水电工程建设的影响

水闸施工技术的发展对未来水利水电工程建设意义重大。创新技术提升了工程建设质量与效率,缩短工期,降低成本,使水利水电工程能更快发挥效益。绿色发展趋势促使工程建设更注重生态保护,减少对自然环境的破坏,让水利水电工程融入生态系统。先进的施工技术还能支撑更复杂、更大型水利水电工程的建设,满足社会日益增长的水资源调配、防洪、发电等需求,推动水利水电事业持续健康发展,为经济社会发展提供坚实保障<sup>[3]</sup>。

## 结束语

水闸施工技术在水利水电工程中举足轻重。从前期地质勘察、图纸设计,到基础施工、混凝土作业、金属结构安装以及导流截流等,每一环节的技术要点都紧密关联,共同构筑起水闸工程的质量根基。如今,技术创新与绿色发展的趋势为水闸施工注入新活力,智能化、数字化手段提升施工精度,绿色理念促进生态和谐。

## 参考文献

- [1]刘启鑫.水利水电工程中水闸施工技术与管理研究[J].陕西水利,2022(02):145-146.
- [2]李广峰.水利水电工程中水闸施工技术与管理的研究分析[J].水电站机电技术,2021,44(05):71-73
- [3]古志辉.水利水电工程中水闸施工技术与管理探讨[J].珠江水运,2020(14):135-136.