

# 水电站金属结构闸门制作及安装技术

王凡瑞

新疆水利水电勘测设计研究院有限责任公司

DOI:10.12238/hwr.v8i9.5733

**[摘要]** 随着我国社会经济的持续发展,水电站建设日益增多,其安全稳定运行成为关键议题。金属结构闸门作为水电站的重要组成部分,其制作与安装质量直接影响水电站的整体性能与使用寿命。本文基于具体水电站工程实践,深入探讨金属结构闸门的选型、制作、安装技术及质量管理要点,旨在通过精细化管理与技术创新,提升水电站金属结构闸门的制作与安装水平,为水电站的安全高效运行提供坚实保障。通过本文研究,不仅为相关工程提供了可借鉴的技术路径,也为水电站金属结构闸门的标准化、规范化施工奠定了理论基础。

**[关键词]** 水电站; 金属结构闸门; 制作工艺; 安装技术; 质量管理

中图分类号: TV74 文献标识码: A

## Manufacturing and installation technology of metal structure gates for hydropower stations

Fanrui Wang

Xinjiang Water Resources and Hydropower Survey and Design Institute Co., Ltd

**[Abstract]** With the continuous development of China's social economy, the construction of hydropower stations is increasing, and their safe and stable operation has become a key issue. As an important component of hydropower stations, the quality of metal structure gates' production and installation directly affects the overall performance and service life of hydropower stations. This article is based on specific hydropower station engineering practices, and deeply explores the selection, production, installation technology, and quality management points of metal structure gates. The aim is to improve the production and installation level of metal structure gates in hydropower stations through refined management and technological innovation, and provide solid guarantees for the safe and efficient operation of hydropower stations. Through this study, not only does it provide a referenceable technical path for related projects, but it also lays a theoretical foundation for the standardized and regulated construction of metal structure gates in hydropower stations.

**[Key words]** hydropower station; Metal structure gate; Production process; Installation technology; Quality Assurance

### 引言

本文所研究的A水电站位于江水上游,作为江河流域规划中的第二级水电站,承担着重要的水能转换与电力供应任务。该水电站采用引水式开发模式,周边水库正常蓄水位达585米,总库容为0.625亿立方米,整体装机容量达到6.0万千瓦,具备日调节能力,能够满足周边区域的电力需求。水电站金属结构主要包括引水发电系统、泄水系统及施工导流系统,其中金属结构闸门的设计与安装尤为复杂,需确保其在不同工况下的稳定运行与检修便利性。

#### 1 金属结构闸门选型和吊装设备选择

##### 1.1 精准匹配功能需求的闸门选型

在水电站金属结构闸门的选型过程中,需深入剖析水电站

的整体运行需求与特定工况条件,以实现闸门的精准匹配。本工程中,鉴于引水式结构的特定要求,进口处精心配置了进口拦污栅等结构,旨在有效阻挡杂质进入,保障机组运行的纯净环境。同时,为应对潜在的检修需求,每条引水隧道均增设了进口事故检修闸门,这一设计不仅确保了检修作业的安全进行,也提升了整个系统的应急响应能力。在机组尾部,特别设置了尾水检修门,并配备卷扬机与电动台机,实现检修作业的高效与便捷。泄洪系统方面,则创新性地采用6扇弧形工作泄洪孔闸门,由液压启闭机精确控制,不仅满足了挡水、泄洪的多样化需求,还显著增强了系统的安全防护与事故应对能力。通过上述一系列科学严谨的选型设计,确保了水电站金属结构闸门在实际运行中的高效稳定与安全可靠。

### 1.2 吊装设备优选: 基于效能与经济的综合考量

吊装设备作为闸门制作与安装的关键支撑,其选择过程需兼顾施工效率与经济成本。在本工程中,通过对传统起重机吊装、桅杆吊以及汽车吊装等多种方案进行深入对比与综合评估,最终决定采用50吨汽车吊装方案。该方案之所以脱颖而出,主要得益于其卓越的快速转场能力,能够灵活应对不同区域闸门的吊装需求,有效缩短了施工周期。同时,从经济成本角度来看,汽车吊装方案在保证施工质量的前提下,显著降低了施工成本,提升了项目的整体经济效益。此外,该方案还充分考虑了施工场地的实际情况与限制条件,通过科学合理的规划与布局,确保了吊装作业的安全顺利进行。综上所述,50吨汽车吊装方案的选用,是本工程在吊装设备选择方面的一次成功实践。

### 1.3 资源配置优化

针对水电站金属结构闸门分布广泛、立体交叉的特点,本工程采取了多项有效措施以优化资源配置,促进施工高效有序进行。首先,在施工策略上,创新性地采用多开工作面施工方式,通过合理划分施工区域与安排施工顺序,实现了多个工作面的同步作业与相互协作。这不仅提高了施工效率,还有效缓解了施工场地紧张的问题。其次,在支撑形式设计上,经过反复论证与比选,最终确定了平面定轮支撑形式。该支撑形式不仅结构简单可靠,而且能够有效分散闸门承压载荷,确保闸门运行的稳定与安全。同时,在施工过程中,还注重各工作面工序的紧密衔接与合理调度,通过分段吊装与组装方式,实现了施工流程的精细化管理与控制。

## 2 金属结构闸门安装方案

### 2.1 安装前准备

在水电站金属结构闸门安装前,为确保整个安装流程的顺畅与安全,进行了一系列精细的筹备与检查工作。首先,对闸门埋件的设计方案进行了调整,原定于二期浇筑的埋件提前至一期进行,这一改动旨在加速安装进度,确保工程按时完成。在闸墩混凝土完工后,立即着手进行闸门的安装工作。在此之前,对埋设部位进行了详尽的检查,确认其数量与拉筋配置完全符合设计要求,无遗漏或错误,以保证后续安装的稳固性。同时,对选用的吊装设备进行了全面的检查与试运行,确保其在吊装过程中能够稳定运行,避免任何意外情况的发生。

### 2.2 闸门运输与吊装

闸门各部件的运输与吊装是安装过程中的关键环节。主反轨、底坎、导轨等结构部件在工厂制作完成后,通过专业运输车辆安全运抵安装现场。针对现场条件的复杂性,制定了科学的吊装策略。在底坎安装就位并经过初步固定后,采用分段浇筑的方式安装导轨,每安装一段导轨便及时进行混凝土浇筑,以增强其稳固性。在闸门埋件安装完毕后,对混凝土进行了严格的养护,确保其在达到规定强度后,方能进行后续的吊装作业。针对部分安装场地狭窄,大型吊装设备难以施展的情况,创新性地采用卷扬机与手拉葫芦相结合的方式,灵活完成吊装任务,确保闸门各部件能够准确、平稳地就位于预定位置。

### 2.3 闸门埋件安装

闸门埋件的安装是整个安装过程中的重要步骤,其安装质量直接影响到闸门的整体稳固性。利用手拉葫芦与千斤顶等精密设备,将闸门埋件精确吊装至底坎水流中心位置,通过微调确保埋槽中心与高程达到设计要求。在加固过程中,严格控制加固力度与方式,确保埋件稳固不晃动。随后进行的焊接工作更是重中之重,焊接人员需具备高超的技艺与丰富的经验,方能胜任此重任。在焊接前,对焊接部位进行了细致的清理与准备,确保无油污、锈蚀等杂质影响焊接质量。焊接过程中,严格控制焊接温度与速度,防止焊接变形与裂纹的产生。

### 2.4 闸门安装工序

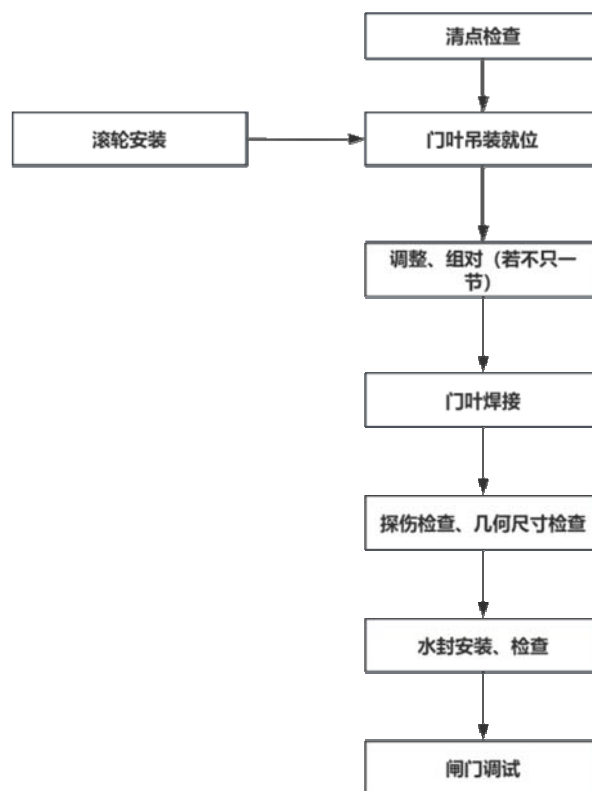


图1 闸门安装工序

闸门安装流程如图1所示,闸门安装工序的严谨执行是确保水电站金属结构闸门功能完备的关键。首先,进行门叶的吊装与安装,利用精密的吊装设备将门叶精准定位至预设安装点,随后通过固定启闭机缓缓吊起底节门叶,精确对准并锁定孔口,随后释放动滑轮,使门叶稳固就位。紧接着,进行门叶的组装作业,采用相同方法吊装后续门叶,依据门叶中心节点为基准,严格遵循技术规范调整边梁、隔板及面板的安装参数,确保各部件精准对接,满足设计要求。在焊接环节,事先充分准备焊接设备与材料,进行详尽的技术交底,确保焊接人员明确施工要求。焊接过程中,实施严格的变形控制策略,监控结构尺寸变化,遵循既定焊接顺序,确保焊接质量。焊接完成后,细致清理焊缝,实施全面的外观与内部质量检测,确保焊接质量达标后,方可进入下一阶

段的调试与安装。水封的安装同样不容忽视,依据施工图纸精确下料,选用优质粘合剂,遵循橡胶水封供应商提供的参数进行精确粘接,并应用热胶联合工艺强化粘接效果。水封粘合质量验证无误后,进行套孔与冲孔作业,依据图纸精确连接闸门与水封,确保螺栓紧固无遗漏。安装完成后,对水封的几何尺寸与平面度进行细致检查,确保密封性能达标。最后,安装支撑装置并进行全面调试,利用线锤等工具对闸门各部位进行精确测量,调整变量高差与主支撑装置,直至所有参数均符合设计要求,并通过严格检验,方视为施工合格。

### 2.5 闸门调试

闸门安装调整完毕后,随即展开细致的调试工作。通过模拟运行,对闸门进行起降试验,细致观察支撑装置与主反轨的接触状态及间隙动态变化,确保其在运动过程中保持平稳无异常。同时,针对不锈钢面与水封的密合性进行严格检查,采用专业工具评估水封性能,确保其在封闭状态下无漏光现象,从而保障闸门的密封性。此外,在承压设计水头压力条件下,精确测量水封漏水量,确保数值远低于标准阈值,全面验证闸门的承压性能与防水效能。

## 3 质量管理与安全保证措施

### 3.1 构建以质量为基石的现场管理架构

在水电站金属结构闸门的制作与安装过程中,构建一个以质量管理为核心的管理架构是确保工程质量的基石。此架构明确界定了技术负责人作为首要责任人的角色,确保技术决策与质量标准的贯彻执行。通过设立专职质检员岗位,强化了日常质量监管的力度,使质量控制渗透到施工的每一个环节。质检员不仅负责监督施工操作的规范性,还需定期评估施工质量,及时发现并纠正潜在的质量问题。此外,该管理架构还注重跨部门协作,确保设计、采购、施工等各环节的信息畅通,为质量管理的持续改进提供有力支持。

### 3.2 实施多层次质量检验机制,确保质量无虞

为确保水电站金属结构闸门制作与安装的每一步都达到既定标准,实施一套多层次的质量检验机制至关重要。此机制要求技术人员在施工前进行详尽的技术交底,确保每一位参与者都能深刻理解闸门结构及安装要求。施工过程中,遵循班组自检、技术员复检、验收工程师终检的“三检”制度,每一道工序都需经过严格检验,确认无误后方可进入下一环节。这种层层把关的方式,有效避免了质量问题的累积与放大,确保了整体工程质量的稳定可靠。同时,对于检验中发现的不合格项,立即启动整改程序,直至问题得到彻底解决,方可继续施工。

### 3.3 强化焊接质量管控,保障结构稳固性

焊接作为水电站金属结构闸门制作与安装中的关键环节,其质量直接影响到闸门的整体稳固性。因此,加强焊接质量管控

是质量管理工作中的重中之重。在焊接人员选拔上,严格遵循资质要求,确保每位焊接技术人员都具备相应的专业能力与经验。施工前,进行系统的技术交底与指导,明确焊接工艺参数与操作规范。焊接过程中,实施全程监督,确保焊接作业按照既定方案进行,避免因操作不当导致的质量问题。对一类、二类焊缝进行无损检测,利用先进的检测技术评估焊缝内部结构质量,确保焊接质量达到设计要求。焊接完成后,及时清理焊缝并进行外观与内部质量检查,确保焊缝表面平整、无缺陷,内部组织结构致密、无裂纹等缺陷。

### 3.4 推行全面安全管理体系,筑牢安全生产防线

在水电站金属结构闸门制作与安装过程中,安全生产是头等大事。为此,推行一套全面安全管理体系是保障施工顺利进行的重要举措。该体系以“安全第一、预防为主、综合治理”为基本原则,强调安全生产的全方位、全过程管理。设立以安全为导向的安委会,负责统筹协调安全生产工作,制定并落实安全生产责任制。配备专业安全监察员,负责日常安全监督与检查工作,及时发现并纠正违章行为,消除安全隐患。制定安全技术管理措施,明确安全生产责任与要求,确保各项安全措施得到有效执行。对特种作业人员进行严格管理,确保其持证上岗并接受定期复审培训,提升安全生产意识与技能水平。针对高空作业与焊接作业等高风险环节,制定专项安全管理措施,加强现场监管与防护措施落实,确保作业人员人身安全。同时,加强起重吊装作业的安全管理,确保吊装过程安全有序进行,避免发生安全事故。

## 4 结语

本文基于具体水电站工程实践,系统阐述了水电站金属结构闸门的选型、制作、安装技术及质量管理要点。通过精细化管理与技术创新,有效提升了水电站金属结构闸门的制作与安装水平,确保了闸门在不同工况下的稳定运行与检修便利性。研究表明,合理的闸门选型、科学的吊装设备选择、优化的资源配置以及严格的质量管理与安全保证措施,对于保障水电站金属结构闸门的制作与安装质量具有重要意义。

### [参考文献]

- [1]文贵元.水电站金属结构闸门制作及安装技术[J].大众标准化,2023,(03):49-51.
- [2]罗利秋.水电站金属结构闸门制作及安装技术研究[J].低碳世界,2017,(32):88-89.
- [3]侯明.水电站金属结构闸门安装焊接技术研究[J].现代制造技术与装备,2022,58(07):142-144.

### 作者简介:

王凡瑞(1999--),男,汉族,新疆昌吉人,工学硕士学位,助理工程师,研究方向:水工金属结构。