

水利水电工程中钢闸门及埋件安装施工技术

吕叶红

中国水电十五局陕西省水利机械设备制造安装有限公司 陕西 西安 710077

摘要: 水利水电工程是国家基础设施建设的重要组成部分,其中的金属结构安装承担着至关重要的一环,本文主要围绕这一环的核心部分钢闸门及埋件安装施工技术展开论述。首先,介绍钢闸门及埋件的类型、应用及材质要求,为后续安装施工做铺垫。其次,阐述安装施工前准备工作,包括图纸会审、闸门及埋件设备堆场准备和部件验收存放等。然后,重点分析钢闸门及埋件安装施工技术要点。最后,着力强调安全管理,从安装中风险识别评估和安全制度措施方面进行论述。通过对以上内容的探讨,为水利水电工程钢闸门及埋件安装施工提供指导和参考。

关键词: 钢闸门及埋件概述; 施工准备工作; 施工技术; 安全管理

引言: 水利水电工程钢闸门及埋件在水库大坝泄洪,引排水和发电系统工程中起着至关重要的作用,是重要的分部工程,其安装质量好坏直接影响整个系统工程安全稳定和功能发挥。水利水电工程钢闸门及埋件类型多样,对制作材料的质量要求非常严格;安装施工准备工作的充分与否;安装施工技术的合理运用以及安全管理措施的落实,都是保障闸门及埋件安装工作顺利进行和工程长期稳定运行的关键因素。本文将对这些内容逐一展开论述,为相关工程实践提供有益参考。

1 水利水电工程钢闸门及埋件概述

1.1 钢闸门及埋件主要类型及应用

水利水电工程中的钢闸门种类较多。根据型式不同分为平面滑动闸门、平面滚轮门、弧形闸门等。平面闸门根据使用部位不同又分为叠梁式、露顶式和潜孔式,主要用于各类孔口、渠道上;弧形闸门则因启门力小、挡水面积大,常应用于大坝表孔、潜孔及引水洞等部位,通过启闭机来控制其开合来调节上下游水位和放水流量。根据功能不同又分为检修闸门、事故闸门、工作闸门等。埋件主要有:主轨、反轨、辅轨、侧轨、底槛、门楣。按照其形状分为平面和弧形两种。这些闸门及埋件相互配合,为水利水电工程的稳定运行奠定基础^[1]。

1.2 闸门及埋件制作材料质量要求

闸门及埋件制作材料主要为钢板和型材,如碳素钢、低合金钢等。碳素钢强度与韧性较好,成本相对较低,适用于一些受力较小的普通金属结构部件,如埋件;低合金钢则在强度、韧性、抗腐蚀性等方面表现更优,能承受较大压力与复杂环境,常用于大型平面闸门、弧形闸门等重要部位。闸门、埋件所用材料质量要求非常严格:在力学性能方面,需保证屈服强度、抗拉强度等指标符合设计标准,确保结构在承受水压、自重

等荷载时安全可靠;化学成分上,对碳、硫、磷等元素含量有限制,硫磷含量过高会降低钢材韧性与可焊性,材料表面不得有裂纹、折叠、分层等缺陷;内部质量需通过探伤检测,保证无气孔、夹渣等问题,只有符合这些质量要求的材料,才能用于水利水电工程闸门及埋件制作,保障工程质量与寿命。

2 闸门及埋件安装施工前准备工作

2.1 施工图纸会审与技术交底

施工图纸会审是闸门及埋件安装施工前极为关键的环节。在会审过程中,首先要对设计图纸进行全面、细致的审查。检查图纸中结构的尺寸标注是否准确、清晰,包括闸门的高度、宽度、厚度以及止水橡皮与埋件封水等相关尺寸。同时,要核对门叶结构与滑块、水封之间以及与门槽埋件相对位置关系,确保其在空间布局上的合理性。例如,闸门主滑块、反向滑块与闸槽埋件的配合、止水橡皮与门槽不锈钢面接触预压缩量等,都需要精确无误。与此同时,还要严格审查图纸中的技术要求 and 标准是否明确。比如焊接工艺要求、防腐处理等级、安装精度等,这些直接决定了施工质量的高低。对于一些复杂的设计,如弧形闸门的支铰安装,需要深入理解设计意图,分析其可行性和施工难度。技术交底则是将图纸信息和施工要求准确传达给施工人员的重要工作。交底内容应涵盖施工内容、工序、关键技术要点、质量控制标准等。对于安装工人,要详细讲解闸门及埋件具体安装步骤,安装和焊接顺序。向质量管理人员交底质量验收标准,像一、二类焊缝探伤的合格标准、闸门埋件不锈钢止水面平面度等,要让施工人员清楚施工中的安全注意事项,包括吊装作业安全、高处作业安全、临时用电安全等,确保施工顺利进行。

2.2 安装场地与设备准备

安装场地的准备是闸门及埋件安装施工的基础工作。分为临时堆场和安装现场：首先要对临时堆场进行清理和平整，清除场地上的杂物、障碍物以及不平整的地面。对于水利水电工程而言，临时堆场可能处于河岸、坝址附近等复杂环境，可能存在大量的土石方、植被等，需要彻底清理，并对场地进行平整和必要的硬化处理。平整后的场地误差应控制在允许范围内，为后续的测量放线和设备停放、部件堆放提供良好条件。要划分出不同设备、构配件的存放区域，根据其类型、规格和安装顺序分类存放。例如，将闸门的门叶、埋件分开存放。同时，要预留足够的施工通道，确保起重机等大型设备能够自由通行，以便进行部件的吊运和安装。

合理的规划安装现场至关重要。要根据闸门设备体积、重量、安装位置规划好设备运输路线、起吊设备布置，测量仪器架设位置、临时用电等。要根据现场实际情况结合以往施工经验编制可行的安装方案报甲方审批后实施。

设备准备方面，要根据闸门门叶结构的最大重量、最大起吊高度等参数选择合适的起重机型号和数量。在安装前，对起重机进行全面的调试和检查，包括起重机的机械部件、电气系统、制动系统、安全保护装置等，确保其性能可靠。对于焊接设备，要根据焊接工艺的要求配备满足各项焊接性能参数的电焊机，保证焊接质量^[2]。

2.3 闸门及埋件进场验收与存放

闸门及埋件进场验收是保证安装质量的重要环节。首先，质量证明文件审查必不可少。要检查部件的材质证明、探伤报告、焊接工艺评定报告等文件是否齐全。验收工作应从外观及尺寸检查入手，仔细查看部件表面防腐涂层厚度，色泽，粘结力等。闸门门叶面板表面平面度、扭曲、顶侧止水座面平面度、底止水座板直线度等。这些外观缺陷可能会影响闸门运行和封水性能。对于埋件，主要检查工作面直线度、不锈钢板止水板表面粗糙度。对于焊接部件，要检查焊缝外观和内部质量。

在闸门及埋件的存放方面，要根据部件的特点选择合适的存放方式。对于大型的闸门门叶，应选择平坦、坚实的场地，采用垫木支撑，防止门叶变形。并且要避免阳光直射和雨水侵蚀，可采用遮盖物进行防护。门槽埋件要顺直堆放在平摊坚实的地方，底部用方木垫实，可设置多个支撑点，防止较长构件因自重产生弯曲变形。

3 闸门及埋件安装施工技术要点

3.1 埋件安装施工技术

在水利水电金属结构安装中，埋件安装技术是关键。首先，在施工前要依据设计图纸并结合土建施工建

筑物位置，利用水准仪、经纬仪等测设出构件安装位置。对安装作业面进行清理，复核一期埋筋位置、长度和数量，必要时对其进行处理。对于闸门埋件，像底槛、主轨、反轨等，其水平度和垂直度误差需控制在规范要求范围内。可使用高精度的水准仪和经纬仪进行测量，保证其位置精度，因为这会直接影响后续闸门的安装质量和止水效果。

安装时，埋件通过起重设备吊至安装位置附近，人工利用机械千斤顶、花篮螺栓精确调整就位后，临时点焊固定，并对其安装位置精度反复测量和校核。待各相关尺寸检验无误后，对埋件进行加固。一般是采用焊接的方式将埋件与土建一期锚筋焊接固定，焊接顺序是先将连接筋全部点焊固定，然后依次对称焊接牢固，防止焊接过大变形。在焊接时，要保证焊缝质量，避免虚焊、漏焊等问题。对于一些大型预埋件，可设置临时支撑，防止在混凝土浇筑过程中因受到冲击而移位。在埋件二期混凝土浇筑过程中，要安排专人监护。一方面要防止混凝土振捣时对埋件产生过度扰动，另一方面要及时调整可能出现的埋件轻微位移。在混凝土浇筑完成后，还要对预埋件的位置进行复测，若发现偏差超出允许范围，要及时采取补救措施，如重新调整或加固，确保为后序安装提供准确的基准。^[3]

3.2 闸门门叶安装施工技术

闸门门叶安装是水利水电金属结构施工的核心部分。安装前，要对门叶结构进行全面检查，对照闸门图纸对其外形尺寸、门叶平面度误差、扭曲、止水座板平面度误差精确测量，并查验门叶出厂合格证、检测报告、质量证明等文件。对于超出规范要求、与图纸不一致的地方要在进厂验收会议上提出，并要求相关方及时处理解决，杜绝因闸门制造质量问题导致安装困难。

闸门门叶吊装前要确定好安装顺序，对于大型闸门一般分节吊装，在闸槽内进行拼装和焊接。安装现场要有专人统一指挥，吊装前，根据分节门叶重量和形状选择合适的吊装设备和吊具。吊装时要注意保持门叶平衡和稳定，可设置多个吊点，并通过计算确定吊点位置，防止门叶在吊装过程中发生扭曲或损坏。在起吊过程中，先将门叶吊离地面30cm，检查钢丝绳、卡扣是否牢固，有无超载，确认无误后再缓慢平稳上升，到达指定安装位置附近后暂停，测量人员对门叶安装关键位置尺寸实时监测，作业人员通过倒链进行精确调整位置，待相关尺寸满足要求后，用电焊从分节门叶两端至中间将分节缝分段点焊固定。然后按照焊接工艺要求对拼接缝进行焊接操作。焊接前对焊接部位进行清理，开设焊接

坡口、打磨氧化皮等,焊接过程中严格控制焊接参数,包括焊接电流、电压、焊接速度等。同时,做好焊接过程中的防风、防潮措施,保证焊缝质量。分节门叶之间如采用螺栓连接,要保证螺栓的规格、型号符合设计要求,拧紧力矩达到标准,确保连接牢固。

门叶结构安装完成后,对现场焊缝周边及闸门外表面防腐涂层有破损部位进行涂覆防腐油漆。然后安装滑块、侧轮、水封等附件。利用孔口的启闭机或者吊车将闸门放入闸槽底部,通过调整闸门门叶支撑滑块、滚轮工作面与水封压缩面的相对距离,使水封与埋件工作面紧密接触,水封压缩量达到设计图纸尺寸。然后根据现场条件进行闸门在闸槽内的无水升降试验和封水试验。

4 闸门及埋件安装施工安全管理

4.1 安全风险识别与评估

在闸门及埋件安装施工中,精准的安全风险识别与评估是构建安全施工环境的基石。从作业环境看,露天施工面临多变天气,如强风可能吹落未固定好的金属部件,增加物体打击风险;在有限空间内安装,通风不畅易致有害气体积聚,威胁施工人员生命健康。施工工艺方面,焊接作业产生的高温、强光以及可能引发的火灾是重要风险点;螺栓紧固操作若扭矩不符合要求,可能导致结构松动、坍塌。人员因素上,施工人员技能参差不齐,新手操作不当易引发事故;长时间高强度作业易使人员疲劳,注意力下降,增加误操作概率。采用风险矩阵法等评估手段,综合考量风险发生可能性与后果严重性,对高处坠落、触电、机械伤害等频发且后果严重的风险列为高风险等级,需优先制定详尽且严格的防控策略,为后续安全管理提供精准导向。

4.2 安全管理制度与措施

完善的安全管理制度与措施是闸门及埋件安装施工安全的坚实保障。制度层面,建立健全安全生产责任制,明确各层级、各岗位在施工中的安全职责,从项目经理到一线工人,做到各司其职、协同保障安全。制定详细的安全操作规程,涵盖金属结构吊运、安装、焊接

等各个环节,让施工人员有章可循。安全检查制度不可或缺,定期开展综合性检查与专项检查,做好每日开工前的班前5分钟教育、设备安全检查、每周的施工现场隐患排查等,及时发现并整改问题。措施方面,加强安全教育培训,通过理论讲解、案例分析、现场实操演示等多种方式,提升施工人员安全意识与操作技能。在施工现场设置完善的安全防护设施,如高处作业的防护栏、安全网,临边孔洞的防护盖板等。针对危险作业区域,设置警示标识并安排专人监护,配备齐全且合格的个人防护用品,并监督施工人员正确佩戴和使用劳动防护用品,全方位确保闸门及埋件安装施工安全有序推进^[4]。

结束语

水利水电工程中闸门及埋件安装施工技术是保障工程质量和安全运行的关键。通过对闸门及埋件结构类型、安装准备、安装施工技术要点以及现场安全管理等方面的深入探讨,我们明确了每个环节的重要性和具体实施方法。在实际工程中,精确的施工图纸会审、充分的场地与设备准备、严格的部件验收存放是安装施工顺利开展的前提。而高质量的闸门及埋件安装技术是确保其功能实现的核心。同时,全面的安全风险识别评估和健全的安全管理制度与措施,为施工人员的生命安全和整个工程保驾护航。未来,随着科技的发展,闸门及埋件安装施工技术将朝着更高效、更安全的方向持续改进,为水利水电事业创造更大价值。

参考文献

- [1]刘翼鹏.水利水电工程金属结构安装施工质量控制措施研究[J].中国设备工程,2019,419(8):118-119.
- [2]蒋天元.基于水利水电工程金属结构腐蚀分析与防腐措施控制研究[J].黑龙江水利科技,2020,48(3):151-153.
- [3]黄金根,李航宇,全志杰.水工金属结构制造与安装质量控制要点分析[J].中国设备工程,2019,(12):117-119.
- [4]刘龙.水利水电工程管理及施工质量控制的相关问题探讨[J].四川水泥,2019,No.280(12):237-237.