

# 浅析水利水电工程的水闸施工技术

曲文

山东黄河工程集团有限公司

**摘要：**水利水电工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，对于保障国家水资源安全、优化能源结构、促进区域经济社会发展具有不可替代的作用。在水利水电工程中，水闸作为关键的水工建筑物，其施工技术的优劣直接关系到工程的安全运行与效益发挥。因此，深入探讨和研究水利水电工程中的水闸施工技术，对于提升工程质量、确保工程安全、推动水利水电事业持续健康发展具有重要的现实意义和深远的历史意义，文章就此展开了探讨。

**关键词：**水利水电工程；水闸施工；技术要点

**【DOI】** 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.09.082

**引言：**水闸施工技术涉及多个专业领域，包括地质勘探、结构设计、材料选择、施工工艺等，每一个环节都需要严谨的科学态度和精湛的技术水平作为支撑。随着科技的进步和施工工艺的不断创新，现代水闸施工技术正朝着更加高效、环保、智能化的方向发展，这也为水利水电工程建设带来了新的挑战和机遇。在此背景下，系统梳理和总结水闸施工技术的要点，对于指导工程实践、提升行业水平具有十分重要的价值。

## 一、水利工程水闸施工技术应用的重要性

### （一）水闸工程的施工特点

水闸工程是一种水利水电工程，主要用于调节水流、控制水位和蓄水。其施工特点主要包括以下几个方面：

1) 断面较大。水闸工程的断面较大，常常需要挖掘土石方，需要进行大面积的开挖和清理工作，因此需要采取科学的开挖方式和合理的开挖顺序，以确保工程质量。

2) 工期较长。水闸工程的施工周期较长，往往需要几个月甚至数年的时间，需要经过多个阶段才能完成。因此，需要合理安排施工计划，加强施工管理，确保施工进度和质量。

3) 工艺流程复杂。水闸工程的工艺流程比较复杂，通常由多个部分组成，包括闸室、启闭机室、上下游引航道、排水系统等，结构比较复杂，需要严格按照设计要求进行施工，并且需要经过多个环节，包括土石方开挖、混凝土浇筑、止水带安装、闸板安装等多个步骤。因此，需要严格按照施工规范和标准进行操作，确保工程质量。

4) 技术要求高。水闸工程的技术要求比较高，需要满足止水、挡水、启闭等功能要求，因此在施工过程中需要注重技术创新和质量监控，以确保工程质量和功

能发挥。

5) 安全管理重要。水闸工程的施工涉及大量的土石方挖掘、混凝土浇筑等工作，安全风险较大。因此，需要加强安全管理，制定应急预案，确保施工过程中的安全。

## （二）水闸施工技术应用的重要性

水闸施工技术在水利水电工程中具有重要的应用价值。水闸是一种重要的水利工程设施，用于调节水流、控制水位、排泄洪水等，对于保障水利水电工程的正常运行和水资源的合理利用具有重要意义。且水闸施工技术的好坏直接关系到水闸的工程质量和使用寿命，因此要有效运用施工技术，并采取严格的质量控制措施，确保水闸的施工质量。同时，水闸施工技术还需要充分考虑水文、地质、地形等因素的影响，以确保水闸的安全可靠运行。通过合理应用水闸施工技术，能够显著提高水利水电工程的施工质量和运行效率，为水资源的可持续利用和城乡供水提供重要保障。

## 二、水闸的基本类型和功能

### （一）水闸的主要类型

水闸作为水利水电工程中的关键组成部分，起着至关重要的作用。根据不同的使用场景和结构特点，水闸主要可以分为闸门式水闸、堰式水闸和坝式水闸三大类型。

闸门式水闸是最常见的一种类型，它通常由闸门、闸室和启闭机构构成。闸门是用来控制水流的主要部分，可以根据需要升降，从而调节水位和流量。闸室是闸门的支撑结构，承受着水流的压力。启闭机则是用来控制闸门升降的设备。闸门式水闸结构简单，操作方便，广泛应用于各种规模的水利水电工程中。

堰式水闸则是一种利用堰顶过水的水闸形式。它通常没有闸门，而是通过调节堰顶的高度来控制水位和流量。堰式水闸适用于流量变化较小，水位调节范围不大的场合。它的优点是结构简单，造价低廉，但调节能力相对较弱。

坝式水闸是一种结合了大坝和水闸特点的结构形式。它通常建在大坝上，既具有大坝的挡水功能，又具有水闸的调节功能。坝式水闸适用于需要同时考虑挡水和调节水流的场合，如大型水库、水电站等。坝式水闸的优点是结构稳定，调节能力强，但造价相对较高。

这三种类型的水闸各有特点，适用于不同的场合。在实际应用中，需要根据工程的具体需求和条件来选择合适的水闸类型。同时，随着科技的进步和水利水电工程的发展，水闸的结构形式也在不断创新和优化，以适

应更加复杂和多样的工程需求。未来,随着新材料、新工艺和新技术的应用,水闸的施工技术和质量将得到进一步提升,为水利水电工程的安全运行和可持续发展提供有力保障。

## (二) 水闸的主要功能

水闸在水利水电工程中扮演着举足轻重的角色,其功能多样且至关重要。以下是水闸主要功能的详细阐述:(1)调节水位。通过升降闸门或调整堰顶高度,水闸能够精确地控制上游水位,确保水库、河道等水体的安全稳定。在洪水期,水闸可以降低水位,减轻下游的防洪压力;而在枯水期,则可以通过蓄水提高水位,满足农业灌溉、供水、发电等需求。(2)控制流量。水闸能够根据实际需要,调整通过水闸的流量,以实现水资源的合理分配和利用。在洪水期间,通过减小流量,水闸可以削减洪峰,保护下游地区免受洪水侵袭;而在需要增加供水或发电时,则可以增大流量,提高水资源的利用效率。(3)排放泥沙。在水流中携带的泥沙经过水闸时,部分泥沙会沉积在水闸前,如果不及时排放,会影响水闸的正常运行。因此,水闸通常都设有排沙设施,如排沙孔、冲沙闸等,以定期或不定期地排放泥沙,保持水闸的通畅。(4)水闸还承担着发电和航运等辅助功能。在一些大型水利水电工程中,水闸往往与水电站相结合,利用水流通过水轮机转动发电机发电。同时,水闸还可以通过调整水位和流量,改善河道的通航条件,促进水上交通运输的发展。

## 三、水利水电工程中水闸施工技术要点

### (一) 钢筋安装要点

钢筋安装是水利水电工程水闸施工中的重要技术,钢筋塑性、钢筋强度、钢筋可焊性、钢筋与混凝土之间黏结力等受安装过程的直接影响。

安装钢筋前,技术人员应结合钢筋配料单对钢筋尺寸、种类、根数进行检查,确定钢筋原材料长度以及规格后,根据先截长后截短的原则,统筹搭配长料与短料,避免短尺量料导致累计误差。一般可以选择机械切断法,控制接送钢筋料工作台面、切刀下部处于同一水平面,根据钢筋切断长度确定钢筋切断机工作台长度。确认钢筋切断机配置切刀无裂纹且防护罩牢固可靠、刀架螺栓紧固、齿轮咬合间隙合格后,对切刀间隙进行调整,空运转一个周期,对传动部分、轴承部分再次核查。确认无误后,将钢筋料放到切刀中下部位,对准切口快速整齐切料,并由一名人员固定刀片一侧,手部与切刀之间距离超出150mm且配置套管,避免钢模末端飞溅。

切割钢筋后,利用手摇板子(或钢筋板子),在长400cm×85cm高×宽80cm工作台上,进行钢筋弯曲加工。工作台为5cm厚木板+100cm长木方牢固拼合,每次弯制4~8根钢筋,钢筋直径为8mm及以下。

钢筋弯曲后,技术人员可以利用2根扎丝扎牢钢筋两个端头、中间部位,完成绑扎连接。绑扎连接点应

避开弯起钢筋弯折位置,且与弯折位置距离超出钢筋直径的10倍,且同一截面钢筋绑扎接头数量少于2个。具体操作时,技术人员应根据钢筋配料单核对钢筋形状、规格、编号、数量。确认无误后,结合水闸钢筋施工程序,确定绑扎工具。

### (二) 混凝土施工要点

混凝土施工技术是水利水电工程水闸施工的主要技术,在闸室混凝土施工时,需要贯彻先深后浅、先重后轻、先高后低、先主后次的方针。在水闸混凝土施工前,技术人员应准备最大粒径小于4cm的碎石以及普通硅酸盐水泥。确认材料无误后,根据前期设计方案进行混凝土拌和。混凝土拌和并运输到现场后,对模板安装尺寸、钢筋规格与绑扎牢固性、预埋件安装位置准确性、伸缩缝处理科学性、仓面洁净度进行逐一检查。确认无误后,先在基础面铺筑一层与待浇筑混凝土强度级别相同的水泥砂浆,铺料方法为平铺法,坡度小于1:2,层厚在30cm以上、50cm以内。

正式浇筑水闸混凝土时,可以采用逐层浇筑法(或台阶浇筑法),先浇筑上游齿墙、下游齿墙,再从一端向另外一端浇筑。若底板混凝土浇筑方量大且底板顺水流长度小于12m,则选择2个作业组在同一时间分层通仓浇筑下游齿墙,浇筑面水平高度与设计水平高度一致后,将第二个作业组上调到上游齿墙,与第一个作业组同时从下游向上游浇筑底板,上游齿墙浇筑完毕后,将第二个作业组上调到下游,进行第二坯底板浇筑,交替连环推进,缩短水闸平板浇筑间隔时间,规避冷缝问题。

### (三) 水闸安装要点

水闸安装技术是水闸施工的重要技术,关于水闸应用效果。在水闸闸门安装前,技术人员应对每个配件进行检查,结合施工图进行尺寸复测,及时发现并矫正因运输、吊装、堆放引发的变形、损伤以及槽内预埋钢筋锈蚀问题。确认无误后,准备吊装。为确定安装质量,经全站仪放出固定支座轴孔中心线、孔口中心线、底坎中心线、控制高程点等安装基准样点。根据放出安装基准样点,安装底坎,配合调整螺栓、千斤顶调整底坎位置,确认底坎两端高程差、局部不平整度、工作面倾斜度无误后固定。同时,制作水闸铰座基础螺栓架并设置螺栓架控制点,根据控制点吊装、调整并固定铰座基础螺栓架。

铰座基础螺栓架安装完毕后,搭设脚手架,并测量铰座中心,先后进行侧轨道与铰座基础板的吊装、调整、固定。具体操作时,需要先焊接接头并平整打磨,打磨后,测量工作面与孔口中心距、曲率半径、局部平面度与同一高度位置两侧轨道跨距。随后根据检查合格的支铰中心线,进行侧轨道调整。确认侧轨道调整无误后,组装调整螺杆、基础板,紧固前螺栓、后螺栓,向安装位置吊入基础板。在支架上放置基础板,通过千斤顶、花篮螺丝调整其中心位置、角度、高程,调整后经

固定螺栓、型钢临时固定。利用同样的方法进行另外一侧基础板的调整固定，并在预埋基础板上焊接调整螺栓。

基础板安装完毕后，将门锁锭安装到锁锭埋板上，进行两侧锁锭轴中心高程、位置的调整，确认无误后加固。在门锁锭与锁锭埋板固定后，清扫闸门表面污渍，并均匀涂抹防腐油漆。同时，组装支臂并焊接固定，对支臂表面进行防腐处理。支臂处理完毕后，吊装支铰总成、支臂，并将两者连接，控制吊装间隙、支臂间跨距、支臂前段长度以及闸门全关时支臂前段位置。进而临时将分节门叶放到安装位置，在门机的支持下，从下部向上部安装，第一节门叶吊入后，连接门叶、支臂下端，检查面板半径。在确定面板半径无误的情况下，吊入第二节门叶，点焊对接第一节门叶和第二节门叶。按照同样的方法，进行全部门叶吊装与支臂连接固定。门叶安装完毕后，根据说明文件进行液压启闭机安装与调试。

整体组装后，借助样板进行面板弧度、门叶中心偏差、弧面半径检查。检查无误后，焊接门叶隔板、翼板、面板，定位焊点之间距离为300mm，焊接长度超出50mm。定位后，经多人分段退步对称焊接60%~80%，配合背缝清根，完成多层多道焊接，并错开焊缝层间接头，确保焊接质量。门叶焊接完毕后，借助千斤顶将门叶顶移到另外一侧，顶移距离为一个设计水封压缩量，并悬挂注水封孔器。根据悬挂位置钻孔，从另外一侧沿着反方向将门叶顶移2个设计水封压缩量，同时安装另一侧门叶水封，并根据水封设计长度，将橡皮粘与水封压板共同旋转钻孔，钻孔直径小于连接螺栓直径1mm。确认水封功能正常后，清理涂装位置油污、铁锈、焊渣，修补焊缝两侧（不包括加工面、水封座板）、设备表面涂装损坏部位的防腐层，完成安装。

安装后，技术人员应在无水条件下开展全行程启闭试验。试验期间，先利用清水润滑水封橡皮、不锈钢水封座之间接触层，再对支铰转动灵活性进行检查，确定启闭期间支铰无卡阻且水封完整。确认无水条件下启闭试验合格后，在动水条件下，依据接近设计操作水头的水头，开展局部开启以及全行程启闭试验。试验期间，对支铰转动灵活性、水封密封完整性、闸门振动幅度进行逐一检查，确定水闸闸门安装质量。

## （四）施工缝处理

### 1. 止水缝处理要点

根据止水施工要求，技术人员可以利用紫铜片（或聚氯乙烯塑料、橡胶等）进行止水缝施工。在止水缝施工前，将表面污垢、油渍、浮皮清除。清除表面杂质后，预先经压模压制转角、交叉位置接头，并预先留设现场搭接直线段，双面焊搭接（或电热熔接、氯丁橡胶黏结）长度超出20mm，并采取防长期暴晒、防油污等措施。同时，维持水平紫铜止水片凹槽向上，借助沥青

（或聚乙烯闭孔泡沫板条）密实嵌固止水片。止水片嵌固到浇筑层中间位置后，从止水片高程位置着手，均匀浇筑混凝土，确保混凝土淹没止水片后再次清除表面污垢。浇筑后，避开止水片振捣，待混凝土强度达到规范要求后，拆除嵌固止水片的止水缝内模板。

### 2. 沉降缝处理要点

根据地基伸缩变形、不均匀沉降特点，技术人员可以在适宜位置设置温度缝、沉降缝或者直接借助沉降缝代替温度缝，施工缝宽度在10~20mm。技术人员应选择结构受力较小或非结构受力的部位设置施工缝，便于后期凿毛处理。在施工缝位置确定后，施工技术人员可以综合利用刷毛、凿毛、冲毛等手段，清除施工缝表层水泥浆薄膜、松散软弱层以及灰尘、积水。处理沉降缝表面后，借助数排长铁钉将沥青油毛毡（或泡沫板、沥青杉木板等）固定在模板内侧，铁钉的1/3留到混凝土外并敲弯铁尖。然后，均匀浇施混凝土，促使填充材料紧贴混凝土。进而选择沉降缝另外一侧模板，进行模板固定、材料填充、混凝土浇施。若沉降缝两侧结构浇筑时间相同，则需要落实竖立平直的原则，进行沉降缝填充，并控制浇筑期间沉降缝两侧液态混凝土高度相同。确定前期浇筑混凝土面强度达到2.5 MPa及以上后，沿着水平缝铺设同配比水泥砂浆，铺设厚度在10~20mm。同时，沿着垂直缝进行水泥浆（或界面剂）的均匀涂刷。

## 结束语

随着科技水平不断提高，施工企业可以结合现场实际情况，选择适宜的施工工艺和技术，规范施工流程，制定详细的施工计划，加强施工各个细节质量监管，定期做好后期维护检修工作，保证工程质量安全，为水利水电事业更好发展奠定基础。

## 参考文献

- [1]何冠森. 浅析水利工程中水闸加固施工技术的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2022(30): 155-157.
- [2]张强, 王宇航, 薛晨旺. 对水利工程水闸施工技术的分析[J]. 内江科技, 2022, 43(10): 22-23, 50.
- [3]陈宇航. 水利工程中水闸施工技术研究[J]. 水利科技与经济, 2022, 28(10): 145-148.
- [4]万吉祥. 水利工程中水闸加固施工技术的应用分析[J]. 工程技术研究, 2020, 5(19): 89-90.
- [5]何冠森. 浅析水利工程中水闸加固施工技术的应用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2022(30): 155-157.
- [6]张满利. 水利工程中水闸施工技术要点及其注意事项[J]. 黑龙江科学, 2022, 13(16): 51-53.
- [7]吴英成. 水利工程中水闸施工工艺要点及施工质量控制分析[J]. 珠江水运, 2022(09): 79-81.