

探研水利水电工程中水闸施工技术与管理分析

董建

浙江省围海建设集团股份有限公司, 浙江 宁波 315040

[摘要] 水利水电工程是国民建设项目中的重要内容, 水利水电工程施工技术的提升是促进我国水利水电工程行业稳步健康发展的主要基础。水闸工程作为水利水电工程中的一把“利刃”, 是利用闸门控制流量和调节水位的低水头水工建筑物, 具有挡水和泄水双重功能, 应用广泛。本文综合以往所参与建设的多个水闸施工经验, 就水闸施工技术和相应的管理措施展开针对性的分析研究, 阐述个人的一些观点和经验, 与广大读者共享。

[关键词] 水闸施工技术; 管理; 分析

DOI: 10.33142/hst.v3i4.2226

中图分类号: TV66;TV51

文献标识码: A

Exploration and Analysis of Construction Technology and Management of Sluices in Water Conservancy and Hydropower Projects

DONG Jian

Zhejiang Reclaim Construction Group Co, Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315040, China

Abstract: Water Conservancy and hydropower engineering is an important part of national construction projects, and the improvement of water conservancy and hydropower engineering construction technology is the main foundation to promote the steady and healthy development of China's water conservancy and hydropower engineering industry. As a "sharp sword" in water conservancy and hydropower projects, the sluice project is a low-head hydraulic structure that uses gates to control flow and adjust the water level. In this paper, based on the previous construction experience of many sluices, the construction technology and corresponding management measures of the sluice are analyzed and studied. Some personal views and experiences are elaborated, which can be shared with readers.

Keywords: sluice construction technology; management; analysis

引言

水闸施工技术是整个水利水电工程技术领域中的核心部分, 这一技术的整体水平往往与水利水电工程施工质量以及后期工程的运转效果存在密切的关联。水闸结构的主要作用就是对水位、水流量进行调控, 并且还具有抗洪、排泄的作用。由于水闸施工工作面较为集中, 工序交叉作业面较多, 加之施工期需要考虑防潮、防台度汛等因素, 这一系列问题成为了水闸施工的重点和难点。充分结合各方面实际情况来提升水闸工程施工技术的整体水平, 促进施工技术能够朝着规范化、标准化的方向迈进, 才能从根本上保证水利水电工程施工质量。

1 水闸的基本构成与作用分析

完整的水闸结构通常由上游联结段、闸室段以及下游联结段三个重要结构段组合而成。

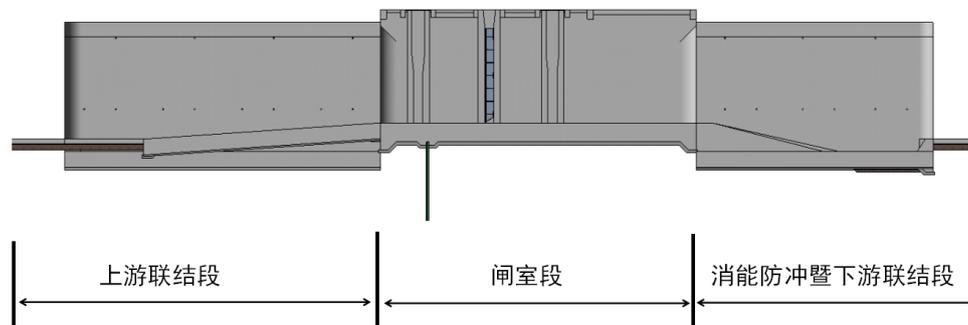


图1 水闸的组成示意图

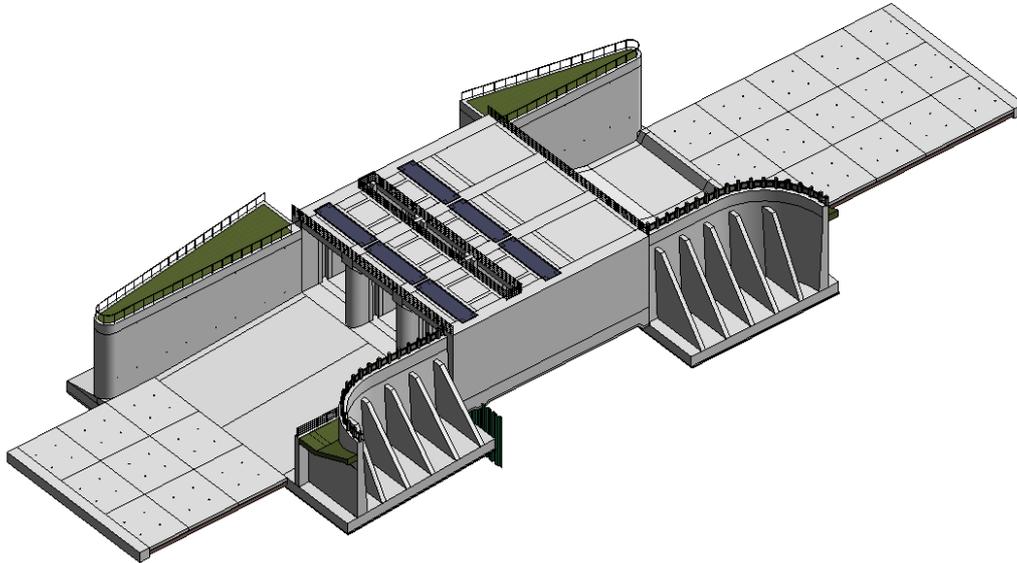


图2 水闸的结构布置图

上游联结段结构的核心作用就是引导水流平稳地进入闸室，并且发挥出抗冲刷、防渗、挡土等作用。通常整个结构涉及到多个部分，诸如：上游翼墙、铺盖、护底、两岸护坡及上游防冲槽等。其中上游翼墙的主要作用就是对将水流平顺地引导到闸孔之内。铺盖结构的作用主要是防渗漏和抗冲刷。护坡和护底以及上游防冲槽结构能够有效的对两岸的土质结构、河床结构起到保护的作用。

闸室是整个水闸结构中的“主心骨”，闸室结构涉及到：底板、闸墩、闸门、工作桥以及交通桥等多个分支结构，底板承受着来自整个闸室施加的全部荷载，并且将荷载均匀传递给地基，同时也具有防冲、防渗等作用。闸墩结构的作用就是对各个闸孔进行分隔，并且支撑闸门、工作桥等上层结构。闸门结构的作用是通过闸门关闭时挡水和闸门开启时控制下泄水流流量，以此进行挡水和泄流综合调控。

下游联结段最为突出的作用就是消能防冲和扩散水流，涉及到多个分支结构，诸如：护坦（消力池）、海漫、下游防冲槽、下游翼墙及护坡等。护坦（消力池）具有消能防冲作用。海漫的作用是进一步消除经过护坦（消力池）的水流的剩余动能，均衡扩散水流，保护下游河床免受冲刷。下游防冲槽是海漫末端避免冲刷向上游扩展的防护设施。下游翼墙结构可以对水流起到均衡分散的作用，并且可以有效的对下游河道起到良好的保护作用。

2 水利水电工程中水闸施工技术

2.1 桩基础处理

(1) 钢筋混凝土钻孔灌注桩

钢筋混凝土钻孔灌注桩适宜于上部为较深厚的松软地基、下部为硬土层的水闸地基处理。采用钻孔灌注桩时，闸室底板与地基之间应紧密接触，避免形成渗流通道。桩基可采用摩擦型桩或端承型桩，钻孔灌注桩的型式、根数、桩径和深度等需根据承担水闸底板底面以上的全部荷载确定。

(2) 水泥土搅拌桩

水泥土搅拌桩通常应用在质地较为松软，稳定性较差的土层之中。并不适合应用在含大块石、杂质较多的土层之中。搅拌桩的长度需要结合上层结构施加的载荷作用以及结构变形情况来计算确定，并满足达到持力层的要求。

2.2 基础开挖

水闸基础开挖施工前，根据设计图纸编制切实可行的基坑开挖专项方案，科学规划开挖顺序，合理确定土方开挖层数、层厚，确定土方运输路线和土方堆放场地；根据设计开挖工程量，编排施工进度、选择相配备的开挖机械、运输机械、基坑排水设备的数量；通过制定质量、安全与进度各方面的管控措施，综合以上形成完整的方案文本，报送监理单位审核，通过后作为施工依据。若基坑开挖深度大于5米，则还需组织转向方案专家论证评审，通过后，方案方可实施。

施工过程中,严格遵循“分层分块,限时开挖”的原则,控制基坑变形。基坑土方开挖采用机械开挖和人工清挖相结合。开挖机械不得碰撞围护桩、排水系统和监测系统。开挖时,距离基坑上部边缘不小于2m的地方不得堆放重物及长时间停放重型机械。开挖结束隐蔽工程验收后,随即浇筑垫层进行封底。

基坑开挖期间,应设置基坑监测点,派专人观测基坑及边坡变形,及时掌握变化动态,发现问题及时上报,便于及时采取有效措施处理。

2.3 混凝土结构工程

以闸室段混凝土为例,其施工工艺如下:

基础联合验收→素砼垫层施工→垫层养护→钢筋砼闸底板施工→钢筋砼闸墩及检修平台施工→砼养护→底槛安装→底槛二期砼施工→门槽安装→门槽二期砼施工

所用混凝土均采用商品混凝土,使用前对商品混凝土所用原材料进行抽样检测和混凝土配合比验证,取样检测合格以及配合比验证满足设计要求后,方可投入使用。底板混凝土浇筑前按设计浇筑素混凝土垫层,在垫层达到一定强度后进行钢筋制安、预埋件和止水安装及立模,各工序验收合格后进行混凝土浇筑。混凝土浇筑由混凝土泵车泵送入仓,插入式振捣器振捣密实,在实施混凝土分层浇筑时,需要对每层混凝土浇筑间歇时间进行切实的把控,防止混凝土层间出现冷缝的情况。混凝土拆模后,及时采取有效措施,覆盖毛毯及洒水养护,养护期28天。

这里值得一提的是,笔者所参与建设的水闸工程采用了两个施工亮点工艺技术,有效保障混凝土质量和防止混凝土裂缝的发生。

(1) 闸墩底部50cm与闸底板整体一次性浇筑。此技术可以改变闸墩变形约束条件,有效降低闸底板部位的闸墩拉应力,减少裂缝的出现。

(2) 混凝土二次振捣技术。在混凝土初凝前1h左右进行二次振捣,可以有效提高混凝土的强度和耐久性,消除混凝土因沉陷产生的裂纹和细缝。

通过前期混凝土原材料的检测、配合比的验证,过程中各工序质量的严格把关,以及植入亮点工艺技术,后期效果也在工程验收阶段得到了完美呈现,闸底板和闸墩均未发现裂缝,实体质量和观感质量得到了参建各方和验收组的认可。

2.4 金属结构及启闭机安装

水闸金属结构及启闭机安装主要包括闸门埋件安装、闸门门体安装、启闭机安装。

(1) 闸门埋件安装

埋件安装主要有工作闸门、检修闸门的底槛、门槽主轨和反轨。

施工前依据施工图标样确定中心线和高程基准点,以中心线、基准点为基准调整加固各底槛、主轨、反轨,埋件在质量检查全部合格后锁定。

施工工艺:一期埋件安装→底槛安装→主轨安装→反轨安装→埋件验收→二期砼浇筑

(2) 闸门门体安装

闸门安装主要有工作闸门和检修闸门。

在孔口上方完成门叶拼装、焊接、止水和滑块安装,闸门与启闭机做无水联动试验。

施工工艺:下节门叶吊装→上节门叶吊装→门叶拼装焊接→焊缝探伤检查→焊缝防腐处理→止水橡皮安装→滑块安装→闸门整体动作试验

(3) 启闭机安装

根据起吊中心线找正启闭机纵、横向中心线,启闭机电气安装,启闭机试验。

施工工艺:启闭机基础预埋件安装→启闭机吊装就位→附件安装→电气安装→空载试验→负荷试验→荷载限制器、行程限制器、闸门开度指示仪调试和整定→第三方检测及验收

金属结构以及启闭机安装需要充分的结合金属结构施工各项标准以及相关规范制度,并且要从下面几个方面入手来保证工作的效果。首先,施工单位需要针对金属材料、机械设备生产供应商的资质和出厂合格证明文件进行严格的把控,并委托有资质的检测机构对金属材料质量进行复检工作,从源头上保障金属结构质量。其次,选择匹配的材料运送方法,有效避免材料发生破损或者是变形。施工方可以将几个分支结构运送到施工现场进行组装,或者也可以选

择整体运送的形式，利用何种运送形式都需要充分结合现实情况和需求来加以确定。水闸闸门槽预埋件的安装工作务必要对金属焊接变形情况进行全面的把控，若发现出现变形，则需要立即进行调整。

2.5 安全监测

为了全面及时掌握水闸在施工期、蓄水期及运行过程中的工作性态和安全状况和运行情况，针对水闸建筑物的结构特点及地质条件，分别设置了变形监测系统、渗流监测系统、应力应变及温度监测系统、环境量监测系统等监测设施等项目。具体详见表 2.5-1。

表 2.5-1 安全监测系统类别及其内容一览表

序号	安全监测系统类别	安全监测设备	备注
1	变形监测系统	沉降位移观测点、水平位移观测点、位错计、测缝计	
2	渗流监测系统	渗压计	
3	应力应变及温度监测系统	钢筋计、温度计、土压力计	
4	环境量监测系统	水尺	

安全监测设施的埋设随水闸土建施工同步进行，埋设安装好之后，同时做好对安全监测设施的防护措施，避免在混凝土浇筑过程中因混凝土入仓或振捣不当造成安全监测设施的损坏，甚至导致监测设施的失效。混凝土浇筑完成后，及时采集监测设施的初始值，并按照设计要求的频次进行过程数据采集，并形成数据成果分析报告，动态掌握监测数据的变化趋势。

2.6 导流与截流施工技术

(1) 正确的导流方法。经过统计分析我们发现，束窄滩地修建围堰导流系统是水闸施工中使用最为频繁的一种施工模式。因为水闸施工工作往往会受到外界环境因素的影响，围堰结构只有保证与主河道相邻并且要对岸坡地质结构情况加以全面的掌握才能保证导流整体效率和效果。其次，在组织开展施工工作的时候，如果出现因为地质结构的问题而造成的岸坡结构的塌陷，则需要第一时间采取有效措施来进行补救。钢板围堰结构施工技术在我国工程建设邻域发展较为成熟，并且具有良好的优越性，所以被广泛应用到涉江以及跨河项目之中。

(2) 正确的截流方法。在正式实施截流施工工作之前，施工单位需要对截流施工工作进行模拟，针对其中存在的问题利用有效的方法加以解决，促进截流方案整体水平的提升。并且结合模拟情况来挑选最恰当的截流方法，可以利用立堵或者是平堵的方式来进行截流的合拢。还要保证施工前期准备工作的充足，促进各项施工工作能够按照既定的计划有序进行。

3 水闸施工管理措施

3.1 优化人才资源配置

“人才”毋庸置疑是当前水闸施工管理中的关键因素，优化人才资源配置，加大力度实施人才的因材施教，才能为管理工作的有序开展创造良好的基础。主要涉及两个方面的内容：首先，优化专业理论培训机制，夯实施工管理和作业人员的专业理论基础，促进工作人员整体专业能力的提升，并且在培训过程中可以适当的引入思想教育内容，促使施工人员能够形成良好的施工理念。其次，增强施工作业人员的实践技能水平的培训，从而有利于施工效率和质量提升^[1]。

3.2 加强施工现场的管理

万事都讲求“天时、地利、人和”。施工现场的管理也离不开这三个方面：第一是动态监测现场的环境。从工程施工的实践来看，地质环境以及气象环境的变化会直接或间接影响施工质量，所以做好现场的监测，能够有效的预测可能存在的环境问题，在问题基础上采取预防措施，现场管理的质量会明显的提升。此为“顺天时”。第二是优化现场机械、器具调配。施工器械的调配不当，不仅会出现“高投入，低效率”的施工景象，甚至会徒增施工安全隐患，所以做到机械调配得当，物尽其用，则会收获事半功倍的成效。此为“尽物力”。第三是优化人员管理体制。通过优化管理组织机构，积极调动人员工作积极性和增强人员责任感，促进现场人员施工秩序，做到施工过程有条不紊，最终实现现场管理效率和质量的双重提升^[2]，此为“拥人和”。

3.3 严格技术管理

正所谓“兵马未动，粮草先行”。这句话延伸到水闸工程管理中，技术工作就是工程中的“先行官”。起关键性作用的技术工作主要有：图纸会审、测量复核、技术交底，所以严格技术管理工作，其根本就是从以上三方面进行强化。

(1) 图纸会审。工程正式开工前，项目技术负责人组织项目部全体人员对图纸进行学习会审、仔细研读，将存疑部分形成书面《图纸会审意见》，并在监理单位组织的设计交底会上提交。并在设计交底之后，由施工项目技术负责人将设计交底内容向施工单位管理人员、技术人员进行交底。

(2) 测量复核。测量工作是工程建设中的一项基础性和超前性的专业技术工作，是工程成败的关键性工作，因此测量复核工作弥足重要。测量复核工作主要分两个层次，一是复核发包人移交的控制点，现场复测确认无误后方可使用；二是根据发包人移交的控制点和设计图纸，复核在各工序施工前进行的现场实地放样测量数据，严格执行“一人计算、一人校核”的双人相互校核制度，做到有放必复，经复核确认无误后再进行施工。

(3) 技术交底。技术交底是一项将各个分部分项工程施工工艺、质量要求及目标有效灌输给施工管理人员和现场操作人员，具有指导性意义的技术工作。施工技术人员应编制有针对性的施工组织设计，积极采用新工艺、新技术，针对特殊工艺要求编制有针对性的技术交底。技术交底包括：施工图交底、专项方案实施前技术交底、分部分项开工前施工技术交底、设计变更或方案调整后的相应技术交底。并严格执行交底记录签字制度，以备后查。

4 结束语

总的来说，在整个水利水电工程中，水闸结构的作用是非常巨大的，针对水闸的功能进行全面研究，分析水闸施工技术和管理工作的重要性，并在此基础上优化水闸施工技术与管理措施，从而将水闸结构的作用更好的发挥出来，为水利水电工程行业稳定健康发展创造良好的基础。

[参考文献]

[1] 丁艳. 水利水电工程中水闸施工技术与管理[J]. 科学技术创新, 2019(18): 142-143.

[2] 刘广义. 水利水电工程中水闸施工技术与管理[J]. 四川水泥, 2019(06): 212.

作者简介：董建（1987-），男，水利工程专业，现就职于浙江省围海建设集团股份有限公司。