

混凝土预埋筋焊接，然后进行模板安装和支撑，完成后实施二期混凝土浇筑。

(2) 门槽的一次成型施工工艺主要是根据门槽尺寸、混凝土浇筑高度，制作定型模板支撑系统或制作整体模板顶升台车。对于浇筑高度小于20m的门槽金属结构的预埋和混凝土浇筑，大多数利用构件固定门槽轨道，制作定型模板支撑杆件加固，合理控制浇筑速度，确保门槽埋件不偏移，实现一次性浇筑成型。

(二) 门槽二期混凝土易发问题分析

水工平面钢闸门的门槽埋件一般包括底槛、门楣、主轨、反轨等几个部分。门槽埋件安装质量直接影响闸门的安装，也影响后期运行管理单位水闸管理中闸门的运行安全。门槽二期混凝土施工工艺已被在广泛应用于水利工程建设施工过程中，但实际施工过程中容易出现各类工程质量、安全、进度、投资等方面的隐患或问题。

(1) 安全管理分析

结合门槽预埋件的混凝土工艺，门槽埋件安装和二期混凝土施工晚于墩墙一期混凝土施工。首先，门槽二期混凝土需要在施工前需吊装门槽轨道至预定位置，单根埋件长度12米，安装作业和焊接作业面狭窄，存在一定的安全风险；其次，门槽二期混凝土需重新架设脚手架，不仅高度高，且单薄，脚手架的固定措施必须到位。如未按照措施方案和规范搭设或加固不当，很容易导致脚手架坍塌事故等事件发生。

(2) 质量问题分析

首先，闸门埋件安装前须对一期混凝土的表面进行凿毛、清理等处理，如果结合面处理不好，易造成渗流通道，从而导致运行时渗水、漏水的现象；其次，因二期混凝土施工空间狭小，钢筋数量多，单件12m长度门槽轨道的加固筋与一期埋件焊接质量较难保证；第三，门槽二期混凝土浇筑高度大，空间较小，混凝土入仓以及振捣较为困难，容易出现混凝土离析，密实度也难以保证，其门槽埋件位置、混凝土外观质量也会受到影响。综合上述容易发生的问题，门槽混凝土整体质量难以保证，容易发生类似门槽渗流，影响后期闸门长期安全运行。

(3) 施工进度分析

闸门门槽二期混凝土施工工艺，需要在二期混凝土时预埋锚栓埋件，二期混凝土埋件安装前还需要进行凿毛、清理处理和两次支模以及混凝土浇筑，仅在混凝土时差上就多了一倍养护时间，正常情况至少多30天以上，因此施工工期长，同时如设置闸门门槽二期混凝土，其工作完全处于项目的关键线路，影响工程水闸通水节点目标以及建设项目的总工期。

(4) 投资效益分析

两种门槽混凝土施工工艺，从投资效益角度分析，门槽一次成型工艺可缩短施工工期，节约人工费用以及

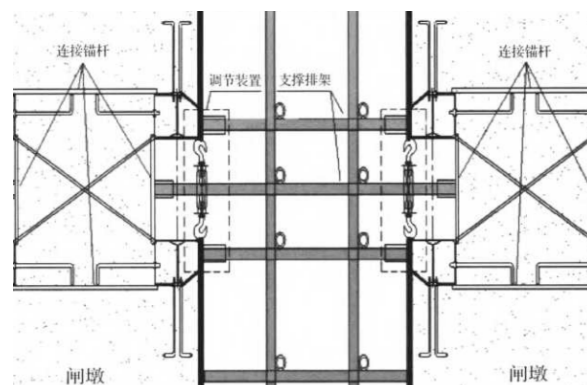
机械台班费用；从易发生质量问题的角度分析，后期运行中可能出现质量问题，从而导致发生维修费用，节约政府投资。

(三) 门槽一次浇筑施工优点

通过上述门槽二期混凝土浇筑工艺分析，结合工程实际情况，认为采用闸门门槽一次成型施工工艺较为合适，其优点为门槽混凝土整体质量好，密实性好，外观质量优，工期短，利于安全管理，且节约投资。

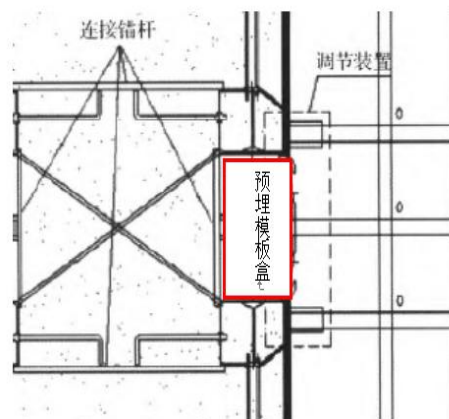
同时为了进一步确保门槽一次性浇筑顺利，对个别部位进行了创新，主要有：

(1) 设置对称可调节支撑体系。闸首段下半部门槽埋件独立支撑利用临泵侧混凝土结构墙体（站身段）和临土侧水泥土挡墙墙体作为外侧支撑点，门槽南北侧闸墩中间部位采用钢管支撑排架作为内侧对称支撑体系；



闸首段闸门槽支撑系统平面布置示意图

(2) 采用门槽内模板箱盒固定门槽尺寸，确保埋件相对位置安装精度。门槽内模板制作采用箱盒结构，模板盒内部采用水平横向隔板支撑加固，防止其浇筑时受力变形，隔板间距200mm~250mm。长条形模板箱盒制作前充分考虑木模浇筑受力压缩5mm变形值，为保证门槽成型尺寸不小于设计尺寸，确定木模板制作外缘尺寸820mm×410mm。



闸门槽宽度范围内模板盒安装示意图

(3) 门槽上半部分预埋件固定，需在水闸下半部

直墙段浇筑过程中，埋设如型钢或者钢筋格构柱等措施，利用其刚度与内部竖向钢筋作为埋件南北侧外部支撑受力点，而门槽墩墙中间部位仍然使用钢管支撑排架作为内侧支撑。

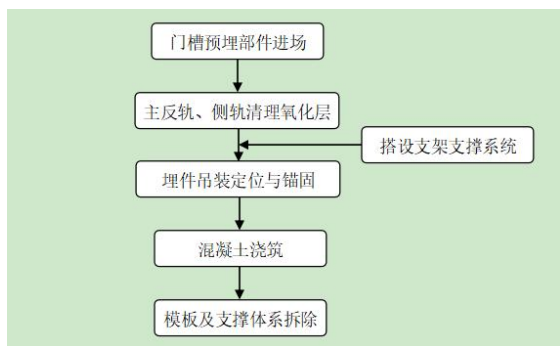
四、门槽混凝土一次浇筑施工技术

为了进一步确保闸门门槽的安装质量，避免二期混凝土施工中容易出现的安全质量隐患，提高施工工效，结合近年多个工程实践，对闸门门槽的安装和混凝土浇筑进行了调查研究，确定了该项目水闸闸门门槽埋件以及混凝土一次性浇筑的施工技术。

(一) 门槽混凝土一次浇筑施工流程

水工闸门门槽埋件及混凝土一次浇筑的施工工艺流程，主要包括预埋件的采购进场，主、反轨氧化层清理及安装，搭设独立的埋件支撑体系，埋件固定，混凝土施工，埋件涂层，模板及支撑体系拆除。

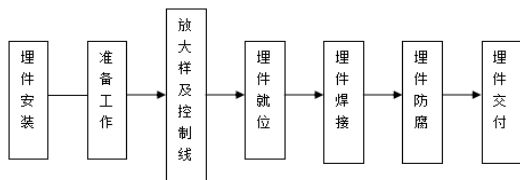
工艺流程如图所示：



闸门门槽混凝土一次成型工艺流程图

(二) 预埋件吊装及门槽混凝土浇筑

(1) 埋件安装工艺



(2) 埋件进场验收

1) 预埋件验收分为出厂验收和开箱验收。预埋件进入施工现场前，需要进行出厂验收，组织各参建单位（建设、设计、施工、监理、生产厂家以及安装等单位）到工程设备生产厂家进行质量检查及验收，验收内容主要包括预埋件质量、外观尺寸以及相关质保资料，各项检验报告应符合相关技术指标要求。验收合格后方可出厂运输。

2) 埋件运输到工程项目后，及时组织各参建单位负责人以及负责设备的人员联合进行开箱验收，首先按照供货设备清单检查设备规格、质量及数量，各类备件、专用工具，以及各项技术文件资料、说明书等；如存在缺失、损坏等问题必须记录，及时与供应商联系沟通。其次，对重要设备备件的尺寸及配合公差进行校

核，对于提供的设备质量存有怀疑、运输保管过程发生问题的情况，及时反馈，必要时与厂家商榷进行试验检测，确保进场设备的质量。第三，设备完成验收后及时进行分类登记、入库保管。

(3) 埋件吊装

在墩墙钢筋的绑扎过程中，门槽埋件即开始吊装，施工时存在一定的交叉作业，督促两个作业班组互相沟通、配合，确保安装位置准确、安全过程安全。

1) 门槽埋件吊装，首先将埋件临时安放在不影响作业人员施工、进出的空挡处，然后用起重机械吊装至门槽预埋安装位置。在起重吊运过程中，必须保证轻吊轻放，避免埋件碰撞、变形。

2) 吊装门槽埋件时，必须采取必要的保护措施，首先，在主轨、反轨、侧轨等就位时的保护措施；其次，在与墩墙交叉作业时采取的 necessary 保护措施。

(4) 门槽验收

1) 门槽埋件吊装前，测放埋件安装位置，包括闸孔中心线、闸室中心线，门槽中心线，门槽埋件安装位置等。

2) 本项目门槛埋件已在砼底板施工时完成，在进行门槽埋件安装时，现场根据已测放的安装位置安装主轨、反轨、侧轨，并与门槛焊接固定牢固，同时利用千斤顶、花栏螺栓进行微调确保安装精度。在整个埋件安装过程中，埋件的安装精度（包括平面位置、高程及垂直度等）、安装牢固程度极为重要，主要是为了避免后续受到混凝土施工而变形移位，从而影响闸门安装。

3) 门槽混凝土拆模后，及时对埋件进行测量复核，判定是否满足设计及规范要求；验收合格后，对其外露面进行防腐处理。

在门槽埋件过程中须重点控制定位放线、埋件的位置、高程及垂直度等精度控制、门槽埋件的固定支撑体系（应与墩墙体系分开，以免在浇筑混凝土时相互影响）、以及浇筑混凝土时专人看管，避免触碰埋件及支撑等，以免影响埋件精度。

五、结束语

通过门槽混凝土一次浇筑成型施工工艺，结合拆模后现场实测实量，门槽埋件及混凝土施工质量满足设计和规范精度要求，有力保证了闸门门槽的安装质量，提高了施工工效，确保了闸首段闸门安装顺利完成。

参考文献

[1] 曹洋，水工闸门门槽混凝土与埋件一次施工技术研究与应，水利建设与管理，2019。
 [2] 林东升，甄金龙，浅谈门槽一次性施工技术，四川水力发电，2018。
 [3] 徐向红，储呈兰，钱志平，闸门门槽埋件一次混凝土浇筑的方法研究，建筑技术开发，2002。
 [4] 宋秀敏，王玉芳，王向军，改变闸门埋件浇筑方法缩短施工工期，《海河水利》。2002。