

# 溢流堰曲线堰面模板施工技术 在工程中的应用

杨锋平<sup>1</sup>, 鲁德俊<sup>1</sup>, 陆 毅<sup>2</sup>, 万吉祥<sup>2</sup>

(1. 南京振高建设有限公司, 江苏 南京 211300; 2. 宿迁市水务工程建设管理中心, 江苏 宿迁 223800)

**摘要:**为保证水利工程水流顺畅,一般溢流堰面由曲线段+直线段+弧线段组成,使堰面成为高速过水面,直接影响使用功能和外观质量。通过在堰体规定的位置测设模板承托装置位置,预埋锚栓,作为堰体面层钢筋支架的定位点,同时采用三点固定法,在模板承托装置处安装钢筋支架,结合模板缝位置布置,与事先预埋的锚栓焊接,最后根据设计图纸堰面制作、安装、混凝土浇筑、养护、拆模等操作的施工方法,确保溢流堰坝曲线堰面的混凝土外观质量。

**关键词:**溢流堰;曲线堰面;模板;支撑体系;三点固定法

中图分类号:TV52

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2020)09-0055-03

## Application of formwork construction technology on curved weir surface of overflow weir in engineering

YANG Fengping<sup>1</sup>, LU Dejun<sup>1</sup>, LU Yi<sup>2</sup>, WAN Jixiang<sup>2</sup>

(1. Nanjing Zhengao construction Co., Ltd., Nanjing 211300, China;

2. Suqian Water Engineering Construction and Management Center, Suqian 223800, China)

**Abstract:** In order to ensure the smooth flow of hydraulic engineering water, the surface of the overflow weir is generally composed of curve section, straight line section, arc line section, making the weir surface a high-speed water surface, which directly affects the use function and appearance quality. By measuring the position of the formwork supporting device at the specified position of the weir body, the anchor bolts were embedded as the positioning point of the reinforcement support of the weir body surface layer. At the same time, using three-point suturing method, installing the reinforcement support at the formwork supporting device, combined with the location of the formwork joint, welding with pre-embedded anchor bolts, and finally according to the construction method of the design drawing weir surface production, installation, concrete pouring, curing and mold removal to ensure the concrete appearance quality of the curved weir surface of the overflow weir.

**Key words:** overflow weir; curved weir surface; formwork; support system; three-point-suturing method

水利工程河道分洪、截流及农田水利灌溉渠道中大都采用闸、涵、坝、站等水工建筑物对水位进行有效控制。为保证水流顺畅,溢流堰面由曲线段+直线段+弧线段组成。堰面为高速过水面,对混凝土面层的施工质量要求高,施工难度大,施工方法

选择稍有不当,极易造成堰面混凝土层面曲面不顺,平面不平整,混凝土不密实,混凝土表面不光滑,几何尺寸偏差大,直接影响使用功能和外观质量。在宿迁市黄河故道后续工程施工4标工程施工中利用堰体结构面层钢筋马凳筋,将马凳筋改制

收稿日期:2020-07-07

作者简介:杨锋平(1978—),男,主要从事水利工程施工与管理工作。E-mail:yfp7805@163.com

成既能固定面层钢筋又能代替模板支撑体系或型钢桁架悬臂式模板支撑体系的溢流堰曲线堰面模板施工方法,确保了溢流堰坝曲线堰面的混凝土外观质量。

## 1 工程概况

宿迁市黄河故道后续工程施工 4 标位于宿迁市境内,黄河故道起于徐洪河,止于新袁闸,长 114 km,流域面积 296.9 km<sup>2</sup>。本标段为黄河故道后续工程五河分洪道跌水工程,以黄河故道 10 年一遇分洪,设计流量 112 m<sup>3</sup>/s,以黄河故道 20 年一遇分洪,设计流量 113 m<sup>3</sup>/s,五河跌水段工程主要建设工程内容为:新建跌水控制段及上下游连接段铺盖、消力池、防冲槽、海漫、挡土墙、护坡、护底,闸门启闭机制作及安装等,其中跌水控制段为溢流堰,堰面由曲线段+直线段+弧线段组成。

## 2 溢流堰曲线堰面模板工艺原理

溢流堰曲线堰面模板工艺原理为通过在堰体规定的位置测设模板承托装置位置,预埋锚栓,作为堰体面层钢筋支架的定位点,同时采用三点固定法,在模板承托装置处安装钢筋支架,结合模板缝位置布置,与事先预埋的锚栓焊接,最后根据设计图纸堰面制作、安装、混凝土浇筑、养护、拆模等操作的施工方法。即:河流或水库钢筋混凝土坝体,堰体坡面钢筋安装时,在面层钢筋下规定的定位点上设置钢筋钢管支撑架,支撑架可为二点、三点固定法。并将支撑架底与下层钢筋或钢锚栓焊接牢固,支撑架上部设 M16 拉杆螺栓用于固定模板, M16 拉杆螺栓以下设螺帽垫片等组成的模板承托装置,承托装置的上表面为设计混凝土外表面,模板安放在承托装置上后,在模板外侧表面安放  $\varphi 48$  mm  $\times$  3.5 mm 钢管围楞,山形卡和 2 个上螺帽将模板定位紧固,调节模板安装位置至设计要求的标高,再在模板中间安装 M12 带钩拉杆螺栓并紧固其螺帽,使模板安装质量达到设计要求和规范规定。

## 3 施工工艺流程及操作要点

### 3.1 工艺流程

工艺流程见图 1。

### 3.2 操作要点

#### 3.2.1 模板支撑架及其承托装置安装

(1) 钢筋安装的模板支撑架及其定位紧固装置

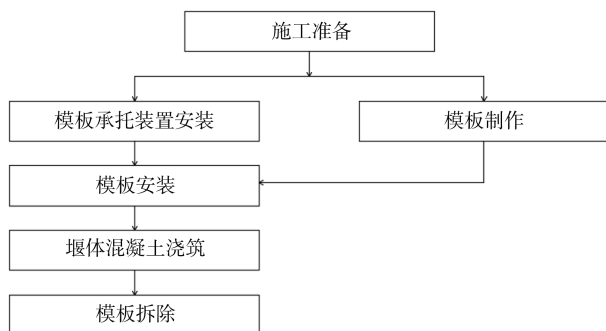


图 1 施工工艺流程图

主要材料采用  $\varphi 48$  mm  $\times$  3.5 mm 钢管、 $\varphi 20$  mm 以上短钢筋锚栓, M12 ~ M16 拉杆螺栓、螺帽、山形卡。

(2) 钢筋支架安装。①堰(坝)体底部结构混凝土浇筑时在规定的位罝测设模板承托装置位置,并预埋短钢筋锚栓,作为堰(坝)体面层钢筋支架(马凳)的定位点;②堰(坝)体面层钢筋安装时,在模板承托装置位置安装钢筋支架(马凳),钢筋支架采用三点固定法,其定位位置结合模板缝的位置设定,按纵横间距 1 220 mm 布置,钢筋支架下部 3 点与事先预埋的短钢筋锚栓焊接。

(3) 模板承托装置安装。①模板承托装置及其 M16 拉杆螺栓焊接在钢筋支架上,螺栓中心坐标、螺帽、垫片标高均需精准定位, M16 拉杆螺栓与其下的堰面面层钢筋及钢筋支架焊接牢固;②模板安装时初步与 M16 拉杆螺栓 A 紧固装置时中就位后,安装 M12 拉杆螺栓 B 紧固装置。

#### 3.2.2 模板制作

(1) 堰面模板选用定型钢模或 12 mm 厚高强度覆膜建筑模板,模板长 2 440 mm,宽 1 220 mm,模板的背楞木选用 50 mm  $\times$  100 mm 方木,横楞采用  $\varphi 48$  mm  $\times$  3.5 mm 钢管。

(2) 堰面模板制作。①曲线、直线、弧线等各段模板均需要根据设计施工图堰面几何尺寸提前绘制模板拼装大样图,分层制作并编号,保证各段各层模板拼缝布置规整统一,横平竖直,每条水平拼缝必须水平一致,水平缝误差不大于 3 mm;②曲线、弧线段模板的背楞木制作应事先按各段不同的曲率统一制作放样样板尺,每根背楞木制作前均用样板尺统一划线、统一加工成规定的形状。模板的背楞木中距按间距 200 mm 设定,并在整块模板与模板之间拼缝处的背面设置骑缝背楞木;③模板制作应在规定的紧固点位预先钻孔,供模板安装就位及拉杆紧固;④模板的拼接缝必须平直严密,缝内嵌先用嵌缝条,确保接缝表面平齐光滑;⑤模板的

表面要求直线段必须平整光滑、无翘曲,曲线段必须曲面平顺光滑、无翘曲,板面清理干净并刷脱模剂。

### 3.2.3 堰面模板安装

(1) 堰面模板安装自下而上进行分层安装,逐层安装,每块模板对号入座安装,先将整块模板边孔对中预先设定的模板承托装置上,基本就位后,再逐孔插入紧固装置设定定位控制线,尔后就位紧固模板,各紧固点的坐标标高必须严格控制,经检查符合设计要求时,安装上一块(层)模板。

(2) 拉杆螺栓与模板垂直,紧固时应拧紧力矩一致。

### 3.2.4 堰体混凝土浇筑

#### (1) 混凝土浇筑。

混凝土浇筑按每一单体件安排连续施工,仓面布料遵照事先设计的浇筑顺序,逐层布料,逐层振捣。定厚度、均匀平整分层布料向上浇筑。

底部混凝土浇筑采用水平分层的施工方法进行,以水平层次不间断的逐层浇筑达到规定的浇筑层面标高为止。每层混凝土的浇筑厚度 0.2 ~ 0.35 m,层与层混凝土浇筑时间间隔严格根据气温及混凝土初凝时间设定,混凝土浇筑从底层端部开始,底层第一块(段)第一层浇筑到规范的范围时,回头浇筑第二层,再同样依次浇筑以上各层,如此依次规定的速率、规定的厚度、规定的顺序渐进,薄层连续浇筑。段域之间、上下层之间的混凝土浇筑间歇不得超过混凝土实际初凝时间,保证下层混凝土未初凝就浇筑上层混凝土。当发现混凝土有初凝前兆,及时调整混凝土浇筑方案,加速供料或适当减薄混凝土浇筑层厚度。

混凝土由一侧浇筑接近另一侧模板 3 m 时,改变混凝土浇筑方向,即由另一侧端模板往回浇筑,与已浇筑的混凝土汇合,使两侧混凝土接合处形成的“浆坑”,及时用改制的液下真空吸水泵将混凝土沁水吸除,保证浮浆液、沁水不集中,要确保混凝土浇筑均匀性和振捣密实性。

混凝土入仓前检查验收前道工序合格,严格检测混凝土塌落度,以保证混凝土拌合物质量,对塌落度指标不符合要求的混凝土不得入泵用于主体结构工程,并必须确保混凝土拌合物连续、均衡供料入仓。

混凝土施工缝留设的构造拟采用凹凸企口式,在混凝土强度尚未达到 2.5 Mpa 前不得进行上一层混凝土浇筑的准备工作。混凝土结合面应凿毛处

理,清洗干净,浇水湿润至饱和面干状态方可浇筑新混凝土,新混凝土浇筑时,为使新、老混凝土结合更良好,必要时,可在浇第一层新混凝土前,先铺一层 2 ~ 3 cm 厚与混凝土同级强度的水泥砂浆,随铺随浇新混凝土。一般情况下,泵送混凝土浇筑新老混凝土接触面无需铺同级水泥砂浆。

混凝土浇筑时如表面沁水较多应及时采取减少沁水的措施,及时将仓内沁水排除。严禁在模板上开孔赶水,以防带走灰浆<sup>[1]</sup>。

夏季高温施工,应在混凝土输送设备上采取遮阳降温等措施,降低混凝土的温度。

混凝土入仓时,注意防止混凝土发生分层离析,当其自由倾落高度超过 2 m 时,采取溜管、串筒下料措施,串筒的最下两节与混凝土浇筑垂直。

#### (2) 混凝土振捣

混凝土浇筑至顶部时适当停歇,使混凝土初步沉实后,再继续浇筑,并采取混凝土二次复振技术。

每层混凝土严格按照规定的分层厚度标识进行铺料后振捣,不可一次投料过多,且不允许采用振捣器平仓。

使用插入式振捣器应快插慢拔,插点要均匀排列,逐点移动,顺序进行,不得遗漏,以混凝土表面呈现水平不再显著沉落,不再出现气泡,表面泛出灰浆时,徐徐拔出移动到下一点面振捣,不得遗漏,做到均匀振实。振捣器插点移动间距不大于振捣作用半径的 1.5 倍。上层混凝土浇筑在下层混凝土的初凝之前进行,振捣上一层混凝土时应插入下层混凝土 5 cm 左右,以增加层间混凝土密实性和均匀性。振捣时振捣棒不得触及钢筋和模板。表面振动器的移动间距,应保证振动器的平板覆盖已振实部分的边缘,以混凝土表面出现浮浆为宜。

混凝土初凝前进行二次复振,二次复振可排除混凝土内部多余的水和气泡,并及时用改进型液下吸水泵将混凝土沁水排除,从而降低水灰比,提高混凝土的强度和抗裂性。

在顶面混凝土静止至终凝前进行 2 ~ 3 次抹面搓平压光并及时覆盖,防止混凝土表面产生塑性收缩裂缝。

### 3.2.5 模板拆除

(1) 堰面模板在混凝土强度大于 2.5 Mpa 时,方可拆除。

(2) 拆除作业时,因无脚手架利用,可披挂软梯和系安全带进行。

(下转第 62 页)

渡来水明显减少,也是造成湖区干旱的主要原因。再次,湖面面积萎缩,调蓄能力减弱,丰水年的来水不能有效储蓄并用于满足不断增加的生活、工业、农业等用水需求,以及上游拦蓄水能力的加强,导致了洪泽湖区干旱现象的发生。为了减轻洪泽湖干旱带来的经济、社会、生态等方面的影响,可以从其干旱原因着手采取相应措施。首先,加强洪泽湖治理保护,推进退圩退渔退耕,增加自由水面面积,实现空间完整、功能完好和生态健康,进一步强化洪泽湖的水资源调蓄功能。其次,推进南水北调东线二期工程,加大调水规模。再次,加强与洪泽湖上游安徽、河南等省份之间的水资源的利用、协调,

合理配置淮河流域水资源。

#### 参考文献:

- [1] 张友明,霍中元,王莉莉,等. 定流量调度时三河闸开高确定方法研究[J]. 水利与建筑工程学报, 2018, 16(5):176-180.
- [2] 楚恩国,卜贤晖. 2004 年洪泽湖流域干旱原因分析[J]. 水文, 2006, 26(5):80-82.
- [3] 霍中元. 三河闸淹没式堰流水位流量关系初探[J]. 湖南水利水电, 2015(1):79-81.
- [4] 张敏,楚恩国. 洪泽湖蒋坝水位站迁址重建的分析与设计[J]. 中国水运(学术版), 2007, 7(11):93-95.

(上接第 57 页)

(3)拆除时首先将紧固安装螺帽、山形卡及钢管围楞拆除,然后依次拆除模板,严禁用大锤猛烈敲打,用钢撬棍强扭的方法武拆模板。拆下的模板及支撑架紧固装置配件分类堆放,及时清理,维护保养,重复使用。

## 4 施工注意事项

### 4.1 施工质量保证措施

(1)模板、支架需通过计算,具有足够的强度、刚度和稳定性<sup>[2]</sup>。

(2)原材料及半成品进场都需进行严格的质量检验,满足要求方可使用。

(3)模板支撑架及其定位紧固装置,每道工序必须经过复查确认紧固可靠,方可进行下道工序施工。

(4)控制堰面模板安装应做到表面光洁平顺,接缝严密不漏浆。

(5)对曲线、弧线节点处各控制点量化,采用全站仪结合极坐标法进行施工过程监控测量,控制堰面混凝土表面平顺、平整。

### 4.2 施工安全保证措施

(1)加强各项规章制度的落实到位,严格按照组织机构将施工安全责任制落实到人,专岗专人,并加强安全巡查,确保施工安全。

(2)施工现场临时用电应符合《水电水利工程施工通用安全技术规程》的相关规定<sup>[3]</sup>。

(3)钢筋支架兼模板支架应严格控制施工安全质量,重点检查锚栓、螺栓与支撑架的连接质量和位置符合设计要求,并应保证在设计规定的使用工况下保持整体稳定性<sup>[4]</sup>。

(4)做好危险源辨识与风险评价,针对评价中需要控制的风险,制定风险控制措施。

## 5 结 语

溢流堰曲线堰面模板施工利用堰体结构面层钢筋马凳筋,附加钢管,锚栓、拉杆螺栓形成钢筋支架兼模板支撑架及紧固装置固定模板,既能固定堰体结构面层钢筋,又能固定堰面模板,其工艺操作简便,施工过程安全可控,模板支撑架及紧固装置强度、刚度、稳定性好,施工质量易控制,适用于水库、河流钢筋混凝土坝、溢流堰堰体侧面坡角在 $20^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 之间的平缓坡和陡坡的曲线段、直线段、弧线侧面模板制作、安装。溢流堰曲线堰面模板施工技术在水库溢洪道和河道溢流堰等多个工程中应用,取得了良好的社会效益和环境效益。

#### 参考文献:

- [1] SL677—2014, 水工混凝土施工规范[S].
- [2] DL/T 5110—2013, 水利水电工程模板施工规范[S].
- [3] DL/T 5371—2017, 水利水电工程施工安全技术规程[S].
- [4] GB50870—2013, 建筑施工安全技术统一规范[S].