

34米船闸全钢板护面闸室墙模板台车法一体化施工技术的应用

柴昶昶¹, 魏文江²

(1. 安徽省中兴工程监理有限公司, 安徽 合肥 230011;

2. 安徽省交通工程质量安全管理服务中心, 安徽 合肥 230051)

摘要 船闸闸室墙作为通航建筑物的主要水工结构物, 其施工质量对船闸充泄水、过闸船舶靠泊等起到至关重要的作用。随着船闸施工建造技术的高速发展, 闸室墙施工逐渐由传统的翻模、爬模工艺等向定型模板整体浇筑工艺发展。本文主要介绍了34米宽船闸施工建造中对于全钢护面闸室墙采用模板台车法一体化施工技术的应用, 旨在为相关人员提供借鉴。

关键词 34米船闸; 全钢护面闸室墙; 模板台车; 一体化施工

中图分类号: U66

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0046-03

1 依托工程概况

引江济淮东淝河一线船闸改造工程是引江济淮东淝河枢纽的重要组成部分, 与完建的东淝河船闸(280×23×5.2米)形成双线船闸。船闸按Ⅱ级建设, 设计最大船舶吨级为2000t级, 船闸闸室有效尺度280×34×5.6米(长×宽×门槛水深), 年单向过闸货运量为3031.9万吨, 完建的东淝河船闸过闸货运量为2751万吨, 双线船闸合计过闸货运量为5782.9万吨。

闸室采用整体式钢筋砼坞式结构, 闸室墙口宽34米, 顺水流方向长290米, 分成15节, 首尾两节非标准节长度15米, 底板为消力池+空箱型结构; 2~14#节段为标准节段, 每节长度20米; 闸室墙顶高程+27.9米, 顶宽1.2米, 底宽3.8米。闸室墙高15.66米, 闸室墙两侧墙面+27.9~+16.0米布置1厘米厚的钢板护面; 闸室墙采用C25混凝土, 其中单侧墙身混凝土量最大为886.54立方米。

2 模板台车法一体化施工技术方案的比选

传统的船闸闸室设计中, 闸室墙多采用混凝土护面、钢护木+混凝土护面等形式, 船闸运营期船舶经常性撞击, 使得船闸混凝土表面破损、钢筋外露等, 影响了船闸耐久性, 带来了安全隐患。随着以往船闸在运营、检修等暴露出的弊端, 全钢护面闸室墙已在近年船闸设计与施工中开始广泛应用。

按照以往船闸施工经验, 闸室墙一般采用翻模工艺或悬臂模板浇筑工艺, 两侧同步浇筑, 每次浇筑前在本节混凝土中预埋爬升锥, 每次浇筑高度3~6米,

分多个节段浇筑完成, 浇筑一节需要5~7天, 每段闸室墙需要25~35天完成; 模板需要重复安装及拆除、转运及吊装等工序, 重复工作量大、设备依赖性强、高空起重吊装作业安全风险大, 在已完建的安徽省沙颍河船闸、蜀山船闸等及在建裕溪河船闸扩容改造(34米宽全钢护面闸室墙)施工中, 应用翻模工艺分层浇筑, 该工艺存在施工功效低、高空作业安全风险系数高、墙身垂直度与精度难以控制、层间施工缝及钢护面板焊接多、钢护面分块分段整体质量控制难、接缝处渗水风险大等诸多局限性与不足之处, 闸室墙身整体性及外观质量有待提高。^[1]考虑以上缺点及不足之处, 针对东淝河一线船闸34米断面尺寸大、安全风险系数大、全钢护面安装精度高、大面平整度控制严等特点, 主要借鉴公路工程中隧道二衬模板台车施工工艺, 并结合全钢护面与模板体系整体拼装工艺, 通过施工现场条件核查、空间环境调查、装配式结构设计等开展方案比选。

1. 参考省内类似23米宽船闸采用的单支腿移动模架, 因一线船闸相比23米船闸闸室更宽、更深, 单支腿移动模架结构稳定性及左右侧平衡性差。

2. 采用分离式移动台车。船闸左侧为放坡开挖空间较大, 台车拟采用简支形式, 右侧由于闸室支护桩限制, 只能采用悬臂形式。由于悬臂端过长, 结构稳定性计算不满足要求。同时, 由于模板分块数量多, 两侧液压千斤顶数量多, 模板调整时易出现不同步的情况, 安装精度控制难度大。故此方案不适用限制条件下的使用。

3. 推选方案。借鉴隧道施工衬砌台车多液压控制系统,采用整体式移动台车,模板采用大块模板与全面护面板预拼装,减少模板分块数量,提高模板定位精度;立柱采用双支腿,装配式结构更加安全及稳定。

3 模板台车法一体化施工技术的应用

34 米宽全钢护面闸室移动模板台车主要由门架系统、悬吊系统、行走系统、液压控制系统等部分组成。机架为电动自行车式,行走速度:0~3 米/分钟,主起重量 32t,起升高度 17.5 米,总功率 165kW。尺寸:长 46.75 米,宽 18.65 米,高 24.221 米。^[2]

3.1 门架结构

门架结构主要由主梁、支腿、横向连接梁、纵向连接梁、拉杆组、斜撑及其他连接杆件组成。

主梁共有 3 列,每列 3 段,两个边段采用方钢制作成箱型梁结构,中间段采用方钢制作成花架结构,段与段之间通过螺栓群连接。两边段尺寸 15.5×0.75×1.5 米(长×宽×高),中间段尺寸 15.75×0.81×1.65 米。两排主梁之间由方钢制作的花架结构纵梁连接。主梁之上采用拉杆组用以稳定悬臂端,拉杆组共 6 组,每根支腿上 1 组,每组 3 根。

支腿为方钢焊接成箱型结构,采用四列三排设计。行车两侧支腿共计 12 条,左右两侧对称布置,每条支腿分为 3 段。单幅两列支腿之间通过连接杆和斜杆相连,单幅每排支腿之间采用纵向连接梁相连,左右幅支腿之间采用横向连接梁相连。纵横向连接梁均为方钢制作的花架结构。支腿与横梁、支腿与主梁采用利用斜撑加强,共设斜撑 24 根。

3.2 行走系统

行走系统由移动模架下横梁及行走轮组组成。架下横梁及行走轮组保持为双排轮组,有利于提高设备整机稳定性,选用 8 台 BL220 型减速机,使双排轮同轴度达到最优,配合前后端电机,使设备首尾都得到驱动力,可以杜绝在以往的施工中经常遇到钢轮旋转但不行走的打滑现象。^[3]

行走系统使用电机 8×2.2kW 八驱动,电动机通过减速器及 3 级齿轮减速,行走速度控制在 0~3 米/分钟左右。门架的单侧双轨道上分别安装夹轨器,使其在门机不运行时安全固定。在轮组的外侧分别安装锚定装置,以便在吊运台车时减少侧向力引起的误差。^[4]

3.3 悬吊系统

悬吊系统主要包括固定单梁吊、滑动单梁吊、电动葫芦、型钢吊具。

台车顶部横梁设有 8 个单梁吊,均采用 32T,其中外侧 4 个为滑动式单梁吊,内侧 4 个为固定式单梁吊,每个内侧单梁吊下方设型钢吊具,吊具尺寸 5.22×0.43×0.36 米(长×宽×高)。每个内侧固定式单梁吊两侧设 2 个 2t 电动葫芦,共 8 个,满足护面钢板吊装需要。

3.4 液压系统

液压系统由 8 个液压泵站、16 个平移千斤顶和 16 个顶升千斤顶及油路管组成,每个液压泵站控制 4 个液压千斤顶。如 1 号液压泵站在 1 号千斤顶附近,同时控制 1 号、2 号、3 号和 4 号共 4 台液压千斤顶同时平移,5 号泵站在 1 号千斤顶附近同时控制 17 号、18 号、19 号和 20 号共 4 个液压千斤顶同时顶升,这样保证模板运行方向的同步性。

3.5 模板体系施工

3.5.1 模板体系设计

台车的模板体系主要包括墙身迎水侧、迎土侧整体钢模,面板采用厚度 85 毫米钢板,横肋为 [10# 槽钢,间距为 300 毫米,模板竖向背肋为双 [16b# 槽钢组焊结构,间距为 900 毫米。迎水侧模板支撑横梁为双 [32b# 槽钢组焊结构,间距为 6000 毫米。模板穿膛拉杆采用 $\phi 20$ 精轧螺纹钢(PSB785),纵向间距为 1000 毫米,横向间距为 1500 毫米。迎水侧模板可调支撑采用 $\phi 40$ 调节丝杆及 $\phi 76$ 无缝钢管组焊结构,可调支撑与支撑横梁之间采用 $\phi 25$ 销轴铰接。^[5]

3.5.2 模板体系安装

台车安装完成后,采用台车自身的起重系统进行模板体系的安装。先安装迎水侧模板体系,再安装迎土侧模板体系。

迎水侧、迎土侧模板分别放置在搁置平台和墙后回填土上,并临时倚靠在钢筋骨架上。模板拼装前先将拼装节段的闸室墙钢筋绑扎完成,并将迎土侧进行墙后回填,回填高度至无护面钢板段侧墙顶以下 30 厘米处。迎水侧倒角处安放临时搁置平台,搁置平台采用工 28 工字钢和脚手管焊接而成。台车移动至对应位置,利用自身梁吊分块吊装模板,为方便吊装,梁吊下方安装型钢吊具。

3.5.3 护面钢板安装

护面钢板按 9×2 米分块加工,竖向共 6 层。每层护面钢板上缘按间距 2000 毫米设置 4 个吊耳,吊耳在两层钢板间也起限位作用。最下层护面钢板按纵向间距 1000 毫米,横向间距 1600 毫米打孔,焊接固定螺帽。其余 5 层只在距钢板上缘 500 毫米处按横向间距 1600 毫米打孔,焊接固定螺帽。护面钢板提前放于搁置平

台上,采用台车卷扬机与电动葫芦配合起吊,自下层钢护面逐块安装至上层。

台车模板系统底边焊接移动式限位装置,底层护面钢板吊装至设计标高,先临时卡在移动限位装置上,从台车模板侧拧入固定螺栓,将护面钢板固定在台车模板系统上;然后再依次吊装其余5层护面钢板,下缘通过下层吊耳限位,并通过点焊与下层护面钢板固定,上部通过固定螺栓与台车模板系统固定。

台车模板定位。启动液压系统,利用内模调位油缸带动内模靠向混凝土,使内侧模贴紧混凝土表面,同时利用顶部固定梁吊进行内侧模高程调节,两侧内侧模合模对称进行;利用外模滑动吊梁调整外模靠向混凝土,使外侧模贴紧混凝土表面,同时进行外侧模高程调节。模板调整到位后安装模板对拉杆及角拉杆,进行模板系统加固。^[6]

3.5.4 模板拆除

主要脱模顺序为:端模拆除→移动模机脱模→浮式系船柱模板拆除。在混凝土强度达到2.5Mpa时脱模,脱模顺序遵循“先支后拆,后支先拆,先非承重后承重、自上而下”的原则,严禁硬碰硬撬。

移动模机脱模时迎水面模板先拆除护面钢板与模板体系的固定螺栓,在由下往上分层拆除拉杆,操作模机液压千斤顶收支撑丝杠,使迎水面模板脱离浇筑好的混凝土墙体。迎水面模板拆除拉杆后,然后操作模机滑动梁吊先向外侧滑动,使迎水面钢模板上部慢慢脱离混凝土面,再垂直起吊,从而实现脱模。

3.6 移动模机行走

1.行走前检查确保迎水侧模板是由悬挂系统受力,且迎水侧、迎土侧模板与闸室墙完全脱离,无接触。行走前轨道提前铺设,并保证轨道线型顺直,固定牢靠。

2.行走过程中速度控制在0~3米/分钟;模机两侧同步行走,同步控制,严禁出现两侧不平衡移动;遇到突发情况,紧急制动,停止行走,待查明原因恢复正常后,方可继续行走。

3.行走到位后,将行走系统进行制动锁死,并在轨道上安装夹轨器,使模机不行走时安全固定。

3.7 模板台车安拆

1.现场拼装。在地面将主梁、支腿、连接梁等部分部件进行拼装,采用汽车吊为主要安装设备,将主梁、支腿、连接梁等构件吊装至预定位置进行安装。

2.试运行。试运行主要分为以下几步:

(1)空载沿轨道来回走3次,此时,车轮不应有

明显打滑,起动和制动应正常可靠,限位开关的动作应准确。

(2)开动悬吊系统,使空钩上升、下降3次,此时悬吊系统限位开关的动作应准确可靠。

(3)悬吊系统提升额定起重量作反复起升和下降制动试车,然后开动模机沿其轨道来回行走3~5次,并作反复起动和制动,此时,各机构的制动器、限位开关及电气控制应可靠、准确和灵活,车轮不打滑;模机的振动正常,机构运转平稳,卸载后机构无残余变形。

3.模板台车拆除。在最后一段闸室侧墙混凝土施工结束后,模架系统进行拆除,拆除顺序如下:100T吊车配合拆除上纵梁→中纵梁→拆除主梁→拆除支腿→吊运到指定地点。

4 结论

通过34米宽全钢护面闸室墙模板台车一体化施工技术的应用,包括台车桁架设计与安装、悬吊系统及安拆工艺、大模板拉杆体系、全钢护面匹配设计与安装等,通过结构、工艺的优化创新,大大提高了整体浇筑大模板施工的安全性,解决了超高大闸室墙施工功效、大型船闸高大模板安拆、闸室墙全钢护面精细控制、超深混凝土浇筑等施工难题,取得了良好的工期效益与经济效益,最终形成施工功效高、成本低、安全质量风险可控并切实可行的一套34米宽全钢护面闸室墙一次成型施工技术,高效地保证了船闸闸室墙施工的顺利进行,并为今后类似大型船闸施工的建设积累经验。

参考文献:

- [1] 刘金豪,刘奇泉,赵廷.全钢板护面闸室墙施工技术研究及应用[J].中国港湾建设,2023(07):95-99.
- [2] 刘春梅,苏颖,杨欢,等.大型船闸闸室墙移动模机云检测技术研究[J].工程与建设,2023(02):627-634.
- [3] 官宝军,郭学太.船闸闸室大型移动模架施工技术在涡河蒙城枢纽建设工程中的应用[J].治淮,2021(11):55-58.
- [4] 高斌,薛克非.机电一体化技术的发展与应用[J].你好成都(中英文),2023(24):79-81.
- [5] 刘太乾,刘创业,杨腾飞,等.装配式建筑工程中铝模爬架一体化施工技术的应用[J].新疆有色金属,2023,46(06):109-110.
- [6] 同[4].