

# 二河新闸工程安全检测分析及对策探讨

胡雪枫, 郭赞赞, 昌 魏, 董振宇

(江苏省灌溉总渠管理处, 江苏 淮安 223001)

**摘要:**二河新闸是淮河入海水道的第一级枢纽工程,其主要作用是承泄洪泽湖洪水,并与淮阴闸联合运用控制入海水道和分淮入沂两河道流量。为确保工程安全运行,全面掌握工程状况,通过现状调查、安全检测和安全复核计算,依据相关规范对二河新闸工程进行鉴定评价和综合评估。

**关键词:**水闸; 安全检测; 质量评估

中图分类号:TV663

文献标识码:A

文章编号:1007-7839(2024)07-0069-0004

## Analysis and countermeasure discussion on the safety inspection of the Erhe New Gate project

HU Xuefeng, GUO Zanzan, CHANG Wei, DONG Zhenyu

(General Irrigation Canal Management Office of Jiangsu Province, Huai'an 223001, China)

**Abstract:** Erhe New Gate is the first level hub project of the Huaihe River waterway into the sea, its main function is to discharge the flood of Hongze Lake, and with the Huaiyin gate joint use to control the flow of the two waterways of Huaihe River into the sea and into Yi River. In order to ensure the safe operation of the project and fully grasp the project status, the evaluation and comprehensive assessment of the Erhe New Gate project are carried out according to the specifications through the methods of current situation investigation, safety testing and safety review calculation.

**Key words:** water gates; security testing; quality assessment

### 1 工程概述

二河新闸是淮河入海水道的第一级控制工程,位于江苏省淮安市清江浦区和平镇附近,处于淮河入海水道与二河的交汇处,工程等级为II等大(2)型。闸身为钢筋混凝土结构,共有10孔,两孔一联,单孔宽10.0 m,总宽120.08 m,闸底板高程6.0 m,闸顶高程18.0 m。工作闸门为钢结构弧形门,尺寸为10.0 m×9.1 m(宽×高),每孔配QHJ-2×225 kN卷扬式启闭机1台。

二河新闸主要作用是分泄洪泽湖洪水,并控制入海水道与分淮入沂流量。设计泄洪流量2 270 m<sup>3</sup>/s,闸上近期设计泄洪水位14.11 m,远景设计泄洪水位15.39 m。二河新闸自建成后,截止2023年已累计

下泄洪水86.04亿m<sup>3</sup>,为保证下游地区防洪安全以及保障当地经济社会发展起到了重要的作用。

二河新闸工程自建成以来工程效益显著,目前通过对土石方工程、混凝土工程、闸门、启闭机、机电设备、水下结构、观测设施及成果、管理设施等现状分析,工程设计施工合理,维修养护适当,工程管理规范,水闸主要建筑物及设备设施安全运行状况总体良好。

### 2 安全检测内容及结果

#### 2.1 结构强度检测

混凝土虽然是一种耐久性材料,但是由于长期暴露在室外,会受到不同程度的破坏,建筑物的混凝土结构检测显得尤其重要。利用回弹法(无损)

收稿日期:2024-02-23

作者简介:胡雪枫(1988—),女,工程师,本科,主要从事水利工程管理工作。E-mail:lfm222666@126.com

和钻芯法(有损)相结合的方法检测混凝土抗压强度,测得抽检的二河新闸排架、闸墩、上游侧翼墙、下游侧翼墙混凝土强度满足《水工混凝土结构设计规范》(SL191—2008)有关混凝土最低强度等级C25要求。

## 2.2 碳化深度检测

利用酚酞剂涂抹或滴入混凝土内,量出混凝土碳化与非碳化的界面尺寸,得出混凝土碳化深度。测得抽检的二河新闸排架、闸墩、翼墙等处均存在不同程度的碳化,其中上下游侧翼墙混凝土碳化深度中等,排架、闸墩混凝土碳化深度较大且分布不均匀,各构件最大碳化深度均未超过实测最小保护层厚度。

## 2.3 钢筋保护层检测

用KON-RBL(D)型钢筋位置测定仪对二河新闸排架、翼墙、闸墩抽选测定钢筋层厚度,对照《水工混凝土结构设计规范》(SL191—2008)规定的最小保护层厚度,可得出1号孔左排架、1号孔右排架、10号孔左排架、7号孔右墩的实测钢筋保护层厚度满足允许偏差。

## 2.4 闸门外观检测

外观检测主要是通过经验目测,检测闸门门叶、支承行走装置、止水装置、闸门埋件等构件,二河新闸闸门外表整洁,无涂层剥落,门体无变形、锈蚀,止水橡皮无弯曲,止水可靠,支承行走机构各部件完好,运转灵活。

## 2.5 闸门涂层厚度检测

闸门涂层厚度检测采用了TT220数字式涂层测厚仪进行检测。本次检测采用了十点法对闸门面

板、支臂、梁系等部位进行抽检,严格按照《水工金属结构防腐蚀规范》(SL105—2007)开展检测。检测中选取分布均匀、有代表性的点,每一测点取3次读数,测算平均值。最终将测得的厚度与设计涂层厚度进行对比分析,判别是否满足设计及规范要求。本次抽取3#、6#、9#闸门,根据现场检查,各闸门表面涂层无空鼓,各部位涂层平均厚度为321.8~465.8  $\mu\text{m}$ 。检测数据见表1。

## 2.6 钢板厚度检测

采用目测检查结合仪器测量的方法进行。本次检测选取闸门面板、梁系等主要构件进行检测钢板厚度,通过检测数据对比分析各部位的钢板负偏差、平均钢板厚度,判别主要构件的锈蚀量,为闸门腐蚀程度给出等级评定。结合工程现场抽检了3#、6#、9#闸门,钢板厚度均符合要求。本文列举9#工作闸门厚度检测情况分析,9#工作闸门各构件最大负偏差为0.11~0.53 mm。9#闸门检测数据见表2。

## 2.7 闸门焊缝超声波探伤

闸门长期处于水下及潮湿环境中,经长期运行后,在荷载作用下,焊缝有可能产生新的缺陷,本次检测采用TS-V8型超声波探伤仪检测闸门焊缝焊接情况,距离-波幅曲线利用CSK-IA和RB-2试块实测。根据闸门受力状况和焊缝类别,选定闸门纵梁、横梁、边梁及面板为探伤构件,接受超声波探伤的焊缝为主横梁翼缘与纵梁翼缘对接焊缝、面板对接焊缝等。抽检闸门焊缝探伤,在检查过程中未发现闸门明显的焊缝缺陷,检测数据见表3。

## 2.8 启闭机性能状态检测

启闭机运行状况检测主要是对启闭机系统主

表1 闸门表面涂层总厚度检测结果

单位: $\mu\text{m}$

检测部位	3#最小局部厚度	3#平均值	6#最小局部厚度	6#平均值	9#最小局部厚度	9#平均值
左边纵梁翼板	247	412.4	302	459.7	326	408.6
左边纵梁腹板	269	434.2	324	453.4	281	321.8
上二横梁翼板	272	383.5	302	383.1	261	408.2
上二横梁腹板	299	366.7	342	472.6	299	381.1
面板	264	355.0	270	354.5	282	373.8
左三纵梁翼板	236	304.6	290	357.2	243	338.8
左三纵梁腹板	274	347.9	332	389.0	340	443.2
右三纵梁翼板	251	308.7	278	411.6	304	377.6
右三纵梁腹板	301	515.4	318	419.1	237	450.2
右边纵梁翼板	337	400.5	332	479.9	408	465.8
右边纵梁腹板	272	346.8	276	373.8	268	416.8

表2 9#工作闸门钢板厚度检测结果

检测部位	设计值/mm		测点值/mm				最大负偏差/mm	平均钢板厚度/mm
左边纵梁翼板	16	15.59	15.80	15.96	15.86	15.67	0.33	15.80
左边纵梁腹板	14	14.00	13.98	13.97	13.89	13.90	0.11	13.95
上二横梁翼板	25	24.56	24.99	24.64	24.65	24.64	0.44	24.70
上二横梁腹板	20	19.75	19.95	19.67	19.64	19.85	0.36	19.77
面板	10	10.00	9.73	9.48	9.71	10.00	0.52	9.79
左三纵梁翼板	14	13.90	13.79	13.90	14.00	13.99	0.21	13.92
左三纵梁腹板	12	11.71	11.87	11.71	11.83	11.85	0.29	11.80
右三纵梁翼板	16	15.97	15.63	16.00	15.47	15.97	0.53	15.81
右三纵梁腹板	12	11.79	11.71	11.89	11.67	11.67	0.33	11.75
右边纵梁翼板	16	15.82	15.83	15.82	15.64	15.55	0.45	15.73
右边纵梁腹板	14	13.93	13.99	13.92	13.90	13.72	0.28	13.89

表3 工作闸门焊缝超声波探伤结果

探伤部位	探伤长度/mm	检测结果	焊缝类别
1#上二横梁与左边纵梁翼缘对接焊接缝	200	合格	一类焊缝
3#工作 闸门 2#上二横梁与右边梁翼缘对接焊接缝	200	合格	一类焊缝
3#上二横梁与中纵梁翼缘对接焊接缝	200	合格	一类焊缝
4#面板对接焊接缝	1 500	合格	二类焊缝

要零部件、控制系统参数进行检测。采用必要的量具或仪器对启闭机的整体外观形态、锈蚀状况、电机绝缘老化、钢丝绳断丝、齿轮及制动轮损伤、变形、磨损、硬度等进行检测。1#~10#启闭机机架外壳完整,地脚螺栓无松动;制动轮表面轻微磨损,无裂纹,制动平稳可靠;卷筒表面无严重磨损,钢丝绳无断丝、卡阻、锈蚀;开式齿轮副大齿轮无明显磨损,减速机内齿轮啮合良好;无渗油,限位装置工作正常。

### 2.9 启闭机运行参数检测

检测启闭机运行电流、电压、噪声等参数,检查三相平衡和启闭机闸门整体运行稳定情况。经抽检可知二河新闸启闭机运行的各项参数均符合要求。

### 2.10 电气设备检测

(1)电动机:启闭机电机外壳油漆良好,支座(轴承)等主要零部件未发现明显裂纹、变形情况。启闭机电机绕组绝缘电阻满足《电气装置安装工程电气设备交接试验标准》(GB50150—2016)要求。

(2)高、低压动力配电(控制)柜:低压配电柜外观良好,操作机构灵活,无卡阻;内部设备工作正常,仪表显示准确;接地可靠,各项电气试验参数满

足规范要求。1#、4#启闭机控制柜外观良好,柜内断路器、接触器、互感器等设备工作正常,内部布线规范,辅助开关动作准确,接触可靠,仪表显示准确。高压开关柜(进线隔离柜、闸变开关柜)柜体外观良好,满足“五防”要求,手车进出灵活方便,无卡阻。动静触头接触良好,位置指示正确,工作可靠性良好,电气仪表显示正常。

(3)变压器:变压器运行无异常,高、低压套管无闪络,接线桩头良好。

(4)柴油发电机组:外观良好,运行正常,各项试验参数均合格。

## 3 安全复核分析及建议

### 3.1 防洪标准复核

#### 3.1.1 闸顶高程复核

结合垂直位移观测结果得知,闸身的最大沉降量仅为13 mm,对闸顶高程影响甚微。通过计算,上游侧水位最大闸顶高程为17.43 m,而现状实际闸顶高程为18.0 m,闸顶防洪高程满足防洪要求。

#### 3.1.2 堤顶高程复核

根据《堤防工程设计规范》(GB50286—2013),

设计堤顶高程为设计洪水位加堤顶超高,堤防超高由波浪爬高、风壅水面高度和安全加高组成。经计算南堤堤顶高程为17.56 m,北堤堤顶高程为17.36 m,而本闸堤顶高程为南堤18.2 m,北堤18.2 m,满足标准要求。

### 3.1.3 过流能力复核

二河新闸设计洪水位时过闸流量过闸流量2 545.4 m<sup>3</sup>/s,强迫过闸流量过闸流量3 111.5 m<sup>3</sup>/s,满足入海水道设计行洪2 270 m<sup>3</sup>/s和强迫行洪流量2 890 m<sup>3</sup>/s的要求。该闸的过流能力满足规范要求。

### 3.2 渗流安全复核

经复核计算,二河新闸在二期规划水位运行工况情况下,防渗长度满足规范要求。采用改进阻力系数法,计算水平段渗流坡降为0.125,出口段渗流坡降为0.55,满足规范要求。二河新闸渗流稳定满足规范要求。

### 3.3 结构安全复核

二河新闸闸室采用钢筋混凝土开敞式结构,整体式底板,两孔一联。经复核计算,二河新闸闸身、岸墙、翼墙及岸坡抗滑稳定安全系数满足规范要求。二河新闸底板计算裂缝宽度、实有安全系数、实际配筋率均满足规范要求。闸墩计算裂缝宽度、实有安全系数均满足现行规范要求,中墩实际配筋率略小于现行规范要求的最小配筋率。工作桥底板计算裂缝宽度、实有安全系数、实际配筋率均满足现行规范要求。交通桥实有配筋满足配筋要求,交通桥强度满足现行规范要求。二河新闸现状的消力池池深、消力池长度、消力池厚、海漫长度,均能满足设计消能要求。

### 3.4 抗震安全复核

二河新闸工程抗震设计烈度同基本烈度采用7度,相应地震动峰值加速度取0.1 g,经过复核计

算,地震工况下抗滑稳定安全系数和不均匀系数均满足规范要求。地震工况产生的水平地震惯性力参与结构计算,经复核计算满足抗震强度要求。

### 3.5 金属结构复核

经过复核计算,闸门面板、主梁、次梁、纵梁、弧门支臂及支铰等重要承重部件强度和稳定复核计算均满足设计要求。同时根据二期规划运行工况水位进行启闭力复核计算结果,原启闭机容量均能满足启闭要求。

### 3.6 机电设备复核

经过复核计算,二河新闸变压器、柴油发电机组、0.4 kV进线柜和闸门控制箱主要元器件选型等指标满足设计和规范要求。高压开关柜、变压器与低压开关柜型号较新,柴油发电机组虽出厂时间较长,但维护保养较好,设备运行状态良好,未出现异常情况,基本满足规范要求。

本次检测为水闸健康运行提供可靠保障。依据二河新闸现场安全检测和复核计算成果分析,下一阶段建议对闸墩、检修便桥局部胀裂露筋部位进行处理,进一步增强闸门与启闭机、电气设备的维修养护,加强工程安全观测,确保工程安全运行。

#### 参考文献:

- [1] 马建军,袁伟,王绪建,等.白山深孔弧形钢闸门安全性检测与分析[J].工程建设与管理,2018(6):33.
- [2] 中华人民共和国水利部.水工钢闸门和启闭机安全技术规程:SL101—2014[S].北京:中国水利水电出版社,2014.
- [3] 刘明金.水闸运行管理及日常维护措施分析[J].建筑工程技术与设计,2018(27):21.
- [4] 王云汉.水闸工程复核计算方法的分析与探讨[J].城市建设理论研究,2011(25):67.

(上接第68页)

此,使用这种新的水力调整装置,不但可以防止系统漏油 and 环境污染,还减少了设备使用,降低了能源消耗,运行平稳可靠。

#### 参考文献:

- [1] 陈文龙.免抬轴水泵叶片角度调节器在密云水库调蓄工程泵站改造中的应用[J].北京水务,2022(2):66-70.
- [2] 李扬,夏方坤,周灿华,等.大型液压全调节立式轴流泵

叶片调节机构故障分析与改造[J].中国农村水利水电,2022(1):98-104.

- [3] 叶奎成.南水北调台儿庄泵站叶片调节器改造实施方案[J].现代制造技术与装备,2018(8):135-136.
- [4] 陈慧莹.水口电站励磁系统电气二次部分的改造研究[D].福州:福州大学,2021.
- [5] 唐力,李兴文.右江水力发电厂励磁系统技术改造[J].广西水利水电,2019(6):62-64.