

# 泗阳节制闸弧形闸门开度仪装置技术改造

赵水汨,刘须朋,杨 模

(江苏省泗阳闸站管理所,江苏 宿迁 223800)

**摘要:**介绍泗阳节制闸弧形闸门启闭高度的显示开度仪。采用编码器程序的技术改造方法,克服原有开度仪测量误差大的问题,保证闸门启闭高度的准确性。可供同类型闸门启闭安装、技术改造以做参考。

**关键词:**节制闸;弧形闸门;开度仪

**中图分类号:**TV34

**文献标识码:**B

**文章编号:**1007-7839(2022)05-0037-0004

## Technological transformation of radial gate opening meter device of Siyang control gate

ZHAO Shuimi, LIU Xupeng, YANG Mo

(Jiangsu Siyang Gate Station Management Office, Suqian 223800, China)

**Abstract:** This paper introduces the technological transformation method of the display opening meter of the radial gate height of Siyang control gate using the encoder program to overcome the problem of large measurement error of the original opening meter, and to ensure the accuracy of gate opening and closing height. It can be a reference for the installation and technological transformation of the same type gate.

**Key words:** control gate; radial gate; opening meter

泗阳节制闸位于泗阳县城主城区东2.5 km中运河上,该闸具有防洪、灌溉等综合功能。泗阳节制闸设计流量 $1\ 000\text{ m}^3/\text{s}$ ,7孔弧形钢闸门,配QH-2×225KN-10m卷扬式启闭机。在水利工程中,闸门是水工结构的重要组成部分之一,它可以根据需要来关闭建筑物的孔口,也可以全部或部分打开孔口以调节上、下游水位和流量,弧形闸门是挡水面为圆柱体的部分弧形面的闸门。其支臂的支承铰位于圆心,启闭时闸门绕支承铰转动。弧形闸门由转动门体、埋设构件及启闭设备3个部分组成。

### 1 技术改造缘由

闸门形式有平板直升闸门和弧形闸门,闸门启闭过程为电动机→减速齿轮→卷筒→卷筒钢丝绳

→闸门吊点→提升或关闭闸门,编码器与卷筒同轴。编码器通过数据线到控制柜的闸门开度仪显示器<sup>[1]</sup>。

闸门开启高度(简称闸门开度)是指闸门底部止水指闸门底槛的垂直距离,在以往的直升闸门的启闭机上,高度指示器为机械式,开度大小是通过启闭机卷筒钢丝绳上升下降位移长度的位移量来直接反映机械指示的,因为闸门的位移与开高下降均在同一方向,而对于弧形闸门,闸门行走位移是在一个弧线上,不能直接反映闸门的开高。开度仪指示器的开度值与实际值往往相去甚远,从而无法正确控制下泄洪水流量。

泗阳节制闸弧形闸门的原有开度仪在控制柜上显示,是通过测量闸门启闭机卷筒的钢丝绳行走

收稿日期:2022-01-26

作者简介:赵水汨(1971—),男,高级工程师,主要从事大型泵站、水闸的运行管理、维修及技术改造工作。E-mail: 214162516@qq.com

长度来测量闸门开度的,原有的开度仪是按照平板直升门的原理来调整参数的,但泗阳节制闸闸门为弧形闸门。钢丝绳的行走长度不是闸门的实际开高与下降,闸门开度与实际排水流量误差大,因此,需要对弧形闸门的开度仪装置进行技术改造<sup>[2]</sup>。

泗阳节制闸弧形闸门从关闭状态(实线部分)到开启状态(虚线部分),见图1。启闭机钢丝绳从竖直线 $L_1$ 变为斜拉线 $L_2$ 。闸门旋转角度从0度变为 $\alpha$ 角,弧形闸门实际开高 $H=L_1-L_2\cos\alpha$ ,根据现场实际情况,采用弧形闸门标尺,相应弧形标尺进行电子编码测算的开度仪,值班人员根据弧形闸门编码的开度仪开关闸门,下泄洪水,及时准确完成调度指令。

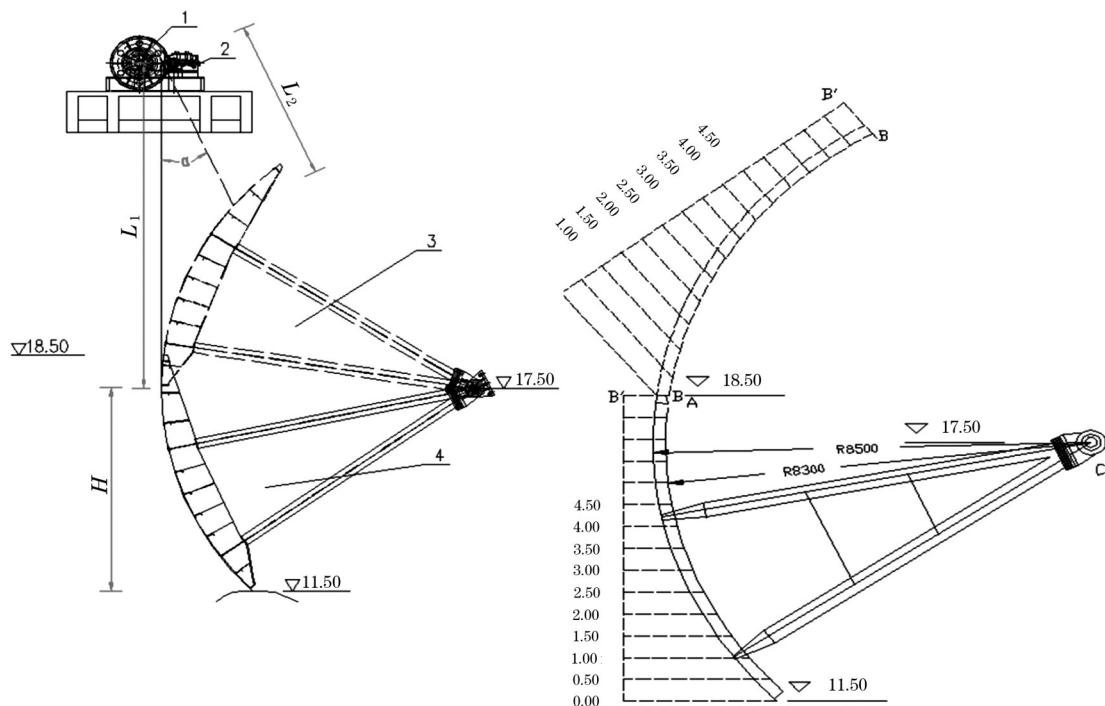


图1 弧形闸门关闭与开启(单位:m)

远方集中控制<sup>[3]</sup>。

闸门开度标尺指示为闸门实际开高,由于弧长闸门开度对不同半径和角度的闸门所对应关系不同,通过CAD的旋转功能,将闸门底部实际标高位置(▽11.5 m)旋转至将要安装标尺的位置(▽18.5 m),即形成用于指示闸门开高的指示标尺。实际工作中,按CAD图制作弧形标尺,比例为1:1,泗阳节制闸在正常设计水位下,弧形闸门的高度大部分在上游水位淹没,在正常情况下,故弧形标尺安

## 2 技术改造原理

泗阳节制闸弧形闸门是沿着弧形门槽绕着固定圆心旋转,闸门的底部与闸门的顶部同时在门槽的弧线上旋转,底部行走轨迹经固定圆心旋转后与顶部旋转轨迹是重叠的,将闸门开度标尺的指针安装在闸门的顶部,底部的行走轨迹制作成标尺,即能真实体现闸门的实际开高。根据闸门启闭机卷筒钢丝绳与弧形闸门开度之间的关系式,采用编码器。按启闭机卷筒钢丝绳的位移距离输出,编码器对此信号进行处理,编码器将信号或数据编制、转换为可用以通讯、传输和存储的信号。根据钢丝绳位移距离长度的对应弧形闸门的开度,推导出关系式。将开度值信号发送到控制柜的显示器上,实现

装在高程▽18.5 m水位以上,见图2。

泗阳节制闸弧形闸门:闸门底高程A点为▽11.50 m,铰链O点高程为▽17.5 m,闸门顶B点高程为▽18.50 m,弧形闸门外侧半径为R8.50 m,内侧半径为R8.30 m,闸门最大开高为4.0 m,现场直读式指示标尺制作最大指示刻度为4.5 m。旋转弧形闸门,闸门铰链O点作为基准点,将整修图形从闸门门底A点旋转至闸门门顶B点,即形成将用于指示闸门垂直开高的现场直读式指示标尺。O点为闸门

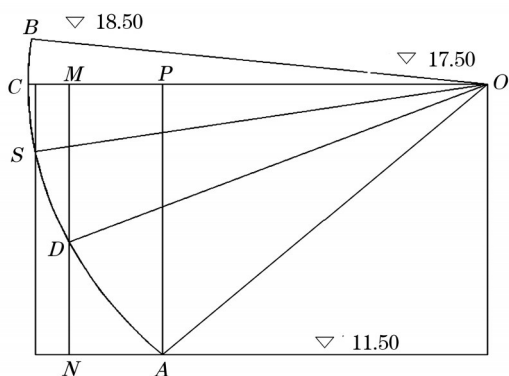


图2 闸门开度计算原理(单位:m)

铰链点,高程为 $\nabla 17.5$  m,弧线 $AB$ 为闸门外侧弧线, $A$ 点为闸门门底,高程为 $\nabla 11.5$  m, $B$ 点为闸门门顶,高程为 $\nabla 18.5$  m,过 $O$ 点画一条水平线,与弧线 $AB$ 相交与 $C$ 点,过 $A$ 点画一条水平线 $AN$ , $S$ 点为现地直读式指示标尺上端点(详见现地直读式指示标尺原理图), $D$ 点为闸门开启的任一位置(应在规定的最高开启高度之间,本例在 $4.0$  m之间,应在弧线 $AS$ 之间),过 $D$ 点画一垂线分别与 $OC$ 、 $AN$ 相交与 $M$ 点和 $N$ 点,则 $MN$ 为 $6$  m,分别打开弧线 $AS$ 、弧线 $AC$ ,可查得其总角度分别为 $34.74^\circ$ 、 $44.90^\circ$ ,即 $\angle AOS=34.74^\circ$ 、 $\angle AOC=44.90^\circ$ 。

根据正弦定理: $\frac{\angle AOD}{\angle AOS} = \frac{\text{弧线}AD\text{长}}{\text{弧线}AS\text{长}}$ ;  $\angle AOD=34.74^\circ \times \frac{\text{弧线}AD\text{长}}{\text{弧线}AS\text{长}}$ ,直角三角形函数, $DM=OD \times \sin \angle DOM$   $\angle DOM=\angle AOC-\angle AOD$   
 $DN=MN-DM=$

$$6-8.5 \times \sin(44.90^\circ-34.74^\circ) \times \frac{\text{弧线}AD\text{长}}{\text{弧线}AS\text{长}} \quad (1)$$

闸门开度的标尺 $DN$ ,从底部起 $N$ 点 $\nabla 0$  m到顶点 $D$ 点 $\nabla 4.5$  m之间的任一点都闸门的开度都符合上述公式<sup>[4]</sup>。

## 2.1 远方遥测(电子闸位计)显示装置

设备配制:在闸门现地弧形闸门的直读式指示标尺内侧装设与标尺同心的弧形滑线变阻器,采用单片机制成电路板,变阻器的最小位置端、最大位置端及滑动端分别对应现地直读式指示标尺的最小位(0位),最大位( $4.5$  m)和闸门开度指针位,变阻器的最小位置端、最大位置端及滑动端作为输入信号,经电路处理,输出 $4\sim 20$  mA的直流电流,至数字表进行闸门开度显示。根据滑线变阻器的工作原理,其电压与其长度成正比,所以:

弧线 $AD$ 长 $\div$ 弧线 $AS$ =滑线变阻器滑动端与最小

位置端压差 $\div$ 滑线变阻器最大位置端与最小位置端压差。

根据三角函数公式计算为

$$\text{闸门垂直开高}=6-8.5 \times \sin(44.90^\circ-34.74^\circ) \times$$

$$\frac{\text{滑线变阻器滑动端与最小位置端压差}}{\text{滑线变阻器最大位置端与最小位置端压差}} \quad (2)$$

## 2.2 电气原理

电源部分见图3,(1) $24$  V转 $5$  V:给外围芯片和继电器等器件供电;(2) $3.3$  V电源:给CPU处理器供电;(3) $P1$ 用于外接 $24$  V供电电源,仪表面板有电源开关 $K1$ ,用于开关开度仪。

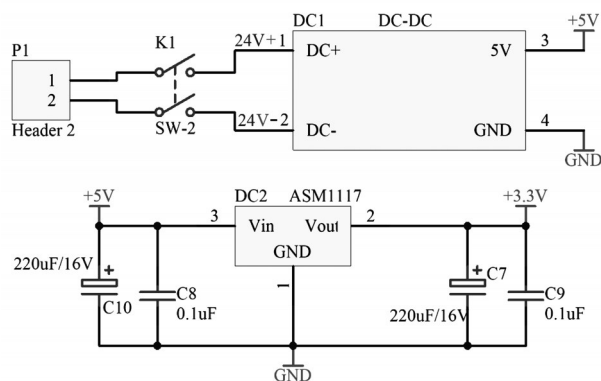


图3 电源部分电路

### 2.2.1 STM32微处理器部分

(1)由上电复位、时钟、调试接口、模拟量输入输出、开关量输入输出及通讯显示等电路组成,见图4。(2)实现功能:一是对闸门位置电位器的输入电压进行转换和检测;二是检测输入信号,根据弧度和垂直开度公式进行换算后输出相应的电流信号( $4\sim 20$  mA)供远程仪表显示,同时配有485接口,采样Modbus-RTU协议,可与监控系统进行通讯和数据交换;三是显示及设定,仪表配有一块OLED彩色显示屏,用于现场显示闸门开度和上下限位的情况,通过五位摇杆按钮对闸门参数及上下限报警进行设置和确认;四是限位保护,配有两路继电器输出,根据设定的上下限参数和检测的位置来输出相应的开关量信号。

### 2.2.2 电位器电压检测电路

$P5$ 接口接电位器的3个接线端,闸门运行时带动电位器的滑动端,把取样电压送给 $U1$ ;  $U1$ 芯片用于信号调理把输入电压( $0\sim 5$  V)线性地转换成微处理器AD转换器的输入( $0\sim 3.3$  V)。

### 2.2.3 现场显示和设定

(1)五位摇杆按钮:具有上下左右4个方向和中

