

海口南闸闸门开度测量装置改进及应用分析

孙 猛, 王闻通, 季婷婷

(江苏省灌溉总渠管理处, 江苏 淮安 223200)

摘要: 闸门运行控制系统的可靠和准确, 直接影响水闸工程的精准调度和工程效益的充分发挥。通过对海口南闸现有弧形闸门开度测量装置运行情况进行分析, 采取相应改进措施, 极大地提高了闸门开度测量的稳定性和精确度, 为工程的精准调度运行奠定了良好基础。

关键词: 海口南闸; 弧形闸门; 开度测量; 改进措施

中图分类号: TV663

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839(2020)01-0066-03

Analysis on the improvement and application of the opening measuring device of Haikou South Gate

SUN Meng, WANG Wentong, JI Tingting

(Main Irrigation Channel Management Division of Jiangsu Province, Huai'an 223200, Jiangsu)

Abstract: The reliability and accuracy of the gate operation control system directly affect the precise dispatch of the sluice project and the full play of the project benefits. By analyzing the operation of the existing arc gate opening measuring device of Haikou South Gate, and adopting corresponding improvement measures, the stability and accuracy of gate opening measurement had been greatly improved, which established a good foundation for the precise dispatching operation of the project.

Key words: Haikou South Gate; arc gate; opening measurement; improvement

0 引 言

海口南闸为淮河入海水道末级枢纽控制工程, 位于江苏省盐城市滨海县振东乡, 黄海入海口处, 工程具有泄洪、排涝、挡潮、冲淤、连接南北交通的功能, 近期工程设计防洪标准为 100 年一遇。海口南闸共 5 孔, 单孔净宽 10 m, 闸门型式为弧形钢闸门, 闸门通过液压启闭设备进行启闭^[1]。通过工程运用, 发现原有闸门开度测量值和实际偏差较大, 随着闸门自动化监控系统功能不断改善和工程的精准调度要求, 准确可靠的进行液压弧形闸门的开度测量就显得尤为必要和重要, 对于提高工程精准调度的准确度和提升工程管理水平十分关键。

1 原有闸门开度测量装置运行情况 分析

海口南闸原有测量闸门开度的收绳传感器设备安装在工作桥上, 由收绳传感器壳体穿出的钢丝绳经过闸墩与工作桥转角位置处的转轴导向后, 固定在闸门门顶。测量开度时, 长度要经过 2 次换算且钢丝绳拉伸较长, 造成实际开度采集误差较大; 而且此种开度测量装置安装方式易引雷, 造成编码器等设备损坏, 且实际运行时转角处钢丝绳经常断裂, 整套开度测量装置运行稳定性较差, 维护工作量和难度大^[2]。原有闸门开度测量装置安装示意图 1。

收稿日期: 2019-11-11

作者简介: 孙猛 (1980—), 男, 高级工程师, 硕士, 主要从事水利工程管理工作。

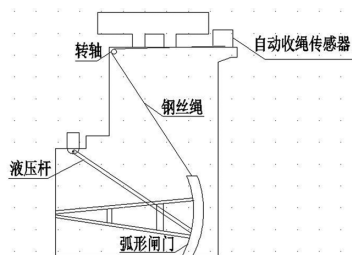


图1 原有开度测量装置安装示意图

2 闸门开度测量装置改进主要内容

2.1 安装方式及位置改进

针对原有闸门开度测量装置存在的问题,通过多次查勘现场和研究分析,采取如下改进措施:将恒力收绳传感器壳体安装在启闭机液压缸缸体上,排绳机构安装在壳体内;钢丝绳卷绕在排绳机构上,且钢丝绳的一端与排绳机构固定,另一端穿出壳体后,通过绳夹与液压杆的活塞杆固定;恒力收绳传感器的排绳机构能够随着液压缸活塞杆的伸缩而带动钢丝绳收、放卷,且处于壳体与绳夹之间的这一段钢丝绳能够始终与液压杆的活塞杆保持平行。改进后主要优点为:钢丝绳平行于液压缸收放,不会造成钢丝绳断裂,安装方便,隐蔽性较好,便于制作传感器防护罩;同时因为传感器安装隐蔽,遭雷击的可能性大大降低,提高了设备运行的稳定性。改进后闸门开度测量装置安装示意图见图2。

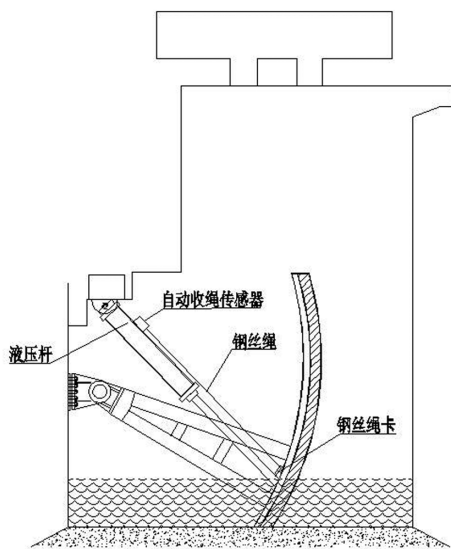


图2 改进后开度测量装置安装示意图

2.2 设备结构型式改进

选用的自动收绳传感器在排绳机构方面做了改进^[3]。排绳机构包括恒力涡卷弹簧(反卷式)、排绳导块、排绳丝杆以及测量轮。其中:排绳丝杆定

位支撑在壳体内;恒力涡卷弹簧包括第一涡卷部、第二涡卷部以及连接在第一涡卷部、第二涡卷部之间的连接段;第一涡卷部安装在排绳丝杆上,而第二涡卷部则安装在涡卷安装轴上,排绳丝杆、涡卷安装轴相互平行并错位设置。测量轮与排绳丝杆螺纹配合连接,钢丝绳均匀地单层卷绕在测量轮的外壁,且钢丝绳的一端与测量轮固定,另一端则穿过壳体内排绳导块上所设置的排绳孔后,伸出壳体设置。排绳导块通过壳体内安装的固定杆悬置在测量轮上方。自动收绳传感器还包括编码器驱动机构,该编码器驱动机构为齿轮传动副,包括相啮合的齿轮a、齿轮b;齿轮a与排绳丝杆固定,而齿轮b则与齿轮轴定位支撑在壳体内,齿轮轴通过壳体内所设置的传动支撑板定位支撑。第一涡卷部套接在齿轮a与测量轮之间的排绳丝杆外围。

运行时,钢丝绳拉出或收进,带动测量轮的旋转,测量轮同轴的编码器输出与直线位移变化量相对应的编码数据。自动排绳机构使得钢丝绳均匀单层排列在测量轮上,极大地减小了非线性误差,保证了测量的精度。具体结构示意图见图3、图4。

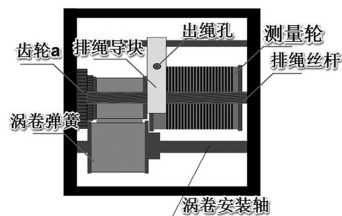


图3 收绳机构整体示意图

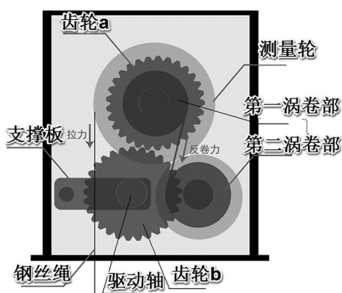


图4 排绳机构局部示意图

3 改进后闸门开度测量计算与纠偏原理

海口南闸每孔闸门开度测量由1套ZKY-3闸门开度测控仪(纠偏)和2套HLC-10恒力收绳传感器完成^[4],利用HLC-10恒力收绳传感器(配绝对值型编码器)测量油缸的行程L,通过闸门开度测控仪设定的参数,进行非线性修正后转换为闸门的开度值输出。具体A路和B路开度测量计算公式

如下:

A 路开度测量计算公式:

$$D_{XA} = (D_n - D_{n-1}) (P_{XA} - A_0 - (n-1) \times PP) / PP + D_{n-1} \quad (1)$$

式中: D 为开度仪显示值, P 为编码值, A_0 为零点编码值, PP 为编码值间隔。

B 路开度测量计算公式:

$$D_{XB} = (D_n - D_{n-1}) (P_X - B_0 - (n-1) \times PP) / PP + D_{n-1} \quad (2)$$

式中: P_X 为 B 路编码值的线性修正值。

当两路传感器型号不一样时需先对编码值进行线性修正:

$$P_X = P_{XB} \times BC / 10000 \quad (3)$$

式中: BC 为线性修正系数。

A、B 路偏差计算公式为

$$D_{AB} = D_{XA} - D_{XB} \quad (4)$$

4 计算示例

以海口南闸为例,开度测量装置改进后具体测量计算步骤如下:

(1) 确定编码间隔 PP 值

计算或测量启闭机满量程所用的编码值,然后

除以 16 段,计算出 PP 值(取大于计数值的整数)。海口南闸开度满量程使用编码为 870 码,计算 PP 值: $870/16 = 54.4$, 每个编码为 0.5 cm, 选择 $PP = 55$, 即油缸每 27.5 cm 为一段。

(2) 计算端点 D_1, D_2, \dots, D_F 的值

根据一定的数学模型测量及计算闸门开启过程中液压杆长度变化所对应的弧长长度,再根据已有的《海口闸弧形闸门开高与弧线位移关系图》计算出对应的开高(闸门开度),具体参数和转换关系见表 1、图 5。

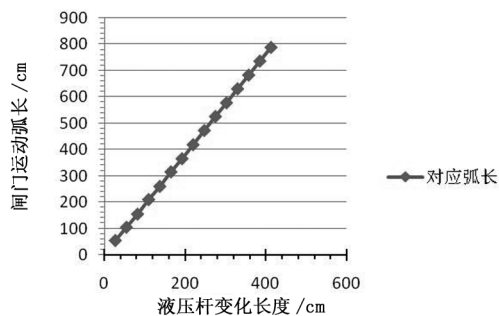


图 5 液压杆长度与闸门运动弧长转换关系

以上编码值间隔及各端点的值,提前输入到仪表中并存储即可,实际开启时,仪表自动按设定的参数计算(非线性修正)处理。

表 1 编码间隔 PP 值为 55 时闸门开高换算

开高显示间隔	液压杆收缩长度/cm	闸门运动弧长/cm	闸门开高/cm	仪表设置参数
第 0 段	0	0	0	$D_0 = 0$
第 1 段	-27.5	55	32	$D_1 = 32$
第 2 段	-27.5 * 2	105	63	$D_2 = 63$
第 3 段	-27.5 * 3	155	97	$D_3 = 97$
第 4 段	-27.5 * 4	210	137	$D_4 = 137$
第 5 段	-27.5 * 5	260	167	$D_5 = 167$
第 6 段	-27.5 * 6	315	219	$D_6 = 219$
第 7 段	-27.5 * 7	365	260	$D_7 = 260$
第 8 段	-27.5 * 8	418	308	$D_8 = 308$
第 9 段	-27.5 * 9	472	357	$D_9 = 357$
第 10 段	-27.5 * 10	525	403	$D_A = 403$
第 11 段	-27.5 * 11	577	452	$D_B = 452$
第 12 段	-27.5 * 12	630	503	$D_C = 503$
第 13 段	-27.5 * 13	682	555	$D_D = 555$
第 14 段	-27.5 * 14	735	608	$D_E = 608$
第 15 段	-27.5 * 15	787	660	$D_F = 660$

(下转第 72 页)

(上接第 68 页)

例如, A 路实际开度计算过程如下:

$$D_{XA} = (D_n - D_{n-1})(P_{XA} - A_0 - (n-1) \times PP) / PP + D_{n-1}$$

设置 A 路零点为 150, 编码器测量的编码值为 288, $288 - 150 / 55 = 2.5$, 由此判断得知在第 3 段的线性范围。则:

$$\begin{aligned} D_{XA} &= (D_n - D_{n-1})(P_{XA} - A_0 - (n-1) \times PP) / PP + D_{n-1} \\ &= (D_3 - D_2)(P_{XA} - A_0 - (3-1) \times PP) / PP + D_2 \\ &= (97 - 63)(288 - 150 - 2 \times 55) / 55 + 63 = 80 \end{aligned}$$

B 路开度计算过程与 A 路一样。

5 结 语

自 2019 年 6 月海口南闸闸门开度测量装置改进后, 开度检测传感器的稳定性、可靠性大大提高。通过分段线性计算的方法, 根据编码器实际输出的码值, 能较准确地计算得出全行程范围内的闸门实际开度。现场实际运行情况反馈, 将测量装置显示

的开度与闸门现场实测的开度数值进行比对, 偏差很小或基本没有偏差, 表明运用改进后的闸门开度测量装置, 大大提高了液压式启闭弧形闸门开度测量的稳定性和精确度, 较好地满足工程实际运行需要, 为工程精准调度运行奠定了良好基础, 也为类似工程闸门开度测量装置改进提供有益借鉴。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国水利部. SL 41—2018 水利水电工程启闭机设计规范[S]. 北京: 中华人民共和国水利部, 2018.
- [2] 张俊嵩, 朱宁, 腾军. 水闸闸门开度显示异常的分析与解决策略研究[J]. 江苏科技信息, 2017(28): 58-59.
- [3] 吴忠恩. 液压式闸门的开度测量方法[J]. 水利信息化, 2014(3): 48-51.
- [4] 黄建国, 郝巧云. 数字型闸门开度控制仪研制与应用[J]. 水利建设与管理, 2018(7): 58-60.