

# 双吊点卷扬式启闭机钢丝绳测力张拉 安装法研究与应用

陆美凝<sup>1</sup>, 夏 炎<sup>2</sup>, 周和平<sup>1</sup>

(1. 江苏省洪泽湖水利工程管理处, 江苏 淮安 223100; 2. 江苏省淮沭新河管理处, 江苏 淮安 223001)

**摘要:**对于双吊点卷扬式启闭机,为保证运行时双吊点同步,研制测力张拉装置安装钢丝绳。该装置包括龙门架、一号葫芦、二号葫芦、一号弹簧秤和二号弹簧秤,龙门架的横梁上安装一号葫芦和二号葫芦,一号葫芦下方连接一号弹簧秤,二号葫芦下方连接二号弹簧秤。操作时先将该装置安放在一侧绳鼓处,一号弹簧秤下端连接绳鼓下方钢丝绳,二号弹簧秤下端连接绳鼓上方钢丝绳,调整龙门架和葫芦位置,使葫芦对钢丝绳垂直向上张拉。使用葫芦张紧钢丝绳,记下 2 个弹簧秤读数,锚固钢丝绳,再用相同方法安装另一侧钢丝绳,安装时做到两侧钢丝绳张拉位置相同、拉力相同,即能做到初始阶段双吊点同步。运行时,只要门槽铅直,设备制造精度符合要求,整个闸门启闭过程两侧钢丝绳将受力均衡。

**关键词:**水利工程; 双吊点同步; 卷扬式启闭机; 测力张拉

中图分类号:TV131.63

文献标识码:B

文章编号:1007-7839(2022)02-0047-04

## Research and application of tension measurement and installation method of steel wire rope of double lifting point winch hoist

LU Meining<sup>1</sup>, XIA Yan<sup>2</sup>, ZHOU Heping<sup>1</sup>

(1. Hongze Lake Water Conservancy Project Management Division of Jiangsu Province, Huai'an 223100, China;  
2. New Huaishu River Management Division of Jiangsu Province, Huai'an 223001, China)

**Abstract:** For the double lifting point hoist, in order to ensure the synchronization of the double lifting points during operation, a tension device is developed to install the steel wire rope. The device comprises a portal frame, No. 1 hoist, No. 2 hoist, No. 1 spring balance and No. 2 spring balance. No. 1 hoist and No. 2 hoist are installed on the beam of the portal frame, and No. 1 spring balance is connected below the No. 1 hoist, the No. 2 spring balance is connected below the No. 2 hoist. During the operation, the device is placed on one side of the rope drum. The lower end of the No. 1 spring scale is connected with the wire rope below the rope drum, and the lower end of the No. 2 spring scale is connected with the wire rope above the rope drum. The position of the portal frame and the hoist is adjusted to make the hoist vertically stretch upward to the wire rope. Use hoist tensioning steel wire rope, write down the reading of 2 spring balance, anchor the steel wire rope, install the other side of the steel wire rope in the same way, ensure that the tension position of the steel wire rope on both sides is the same, that is, the synchronization of the two hanging points in the initial stage can be achieved. During the operation, as long as the gate groove is straight and the equipment manufacturing accuracy meets the requirements, the force of the wire rope on both sides of the gate will be balanced during the whole opening and closing process.

**Key words:** water conservancy project; double lifting point synchronization; winch hoist; tension measurement

收稿日期:2021-11-17

作者简介:陆美凝(1986—),女,高级工程师,硕士,主要从事水利工程管理工作。E-mail:83025677@qq.com

## 1 双吊点受力偏差的危害

双吊点卷扬式启闭机钢丝绳安装不当,可能导致两侧钢丝绳受力偏差较大。偏差过大,会造成工程、设备损伤,甚至破坏<sup>[1]</sup>。对启闭机来说,受力较大一侧的钢丝绳、绳鼓、齿轮副、轴承、支架等组件受力都偏大,相对于另一侧设备组件,更容易疲劳、磨损,甚至受伤、破坏。对闸门来说,受力较大一侧的闸门吊座、纵梁受力偏大,导致整个梁板结构应力转移,局部应力增大,危害结构安全。若是弧形闸门,双吊点受力不等还对支臂产生扭矩<sup>[2]</sup>,扭矩传给支座,支座部位应力转移,转动部位偏心磨损加剧;支座又将扭力传递给基础,基础混凝土局部出现拉力,易导致混凝土开裂。如若安装了超荷载(达到额定荷载的110%)报警和自动切断电气主回路装置,还将影响工程运行<sup>[3]</sup>。工程运行实践中,启闭机两侧钢丝绳不同步现象导致的启闭机损伤、弧形闸门支铰座基础混凝土开裂、设备超载拒动等情况也屡屡发生。

卷扬式启闭机双吊点不同步危害很大,但钢丝绳安装时双吊点同步却不易实现。因此,针对卷扬式启闭机双吊点同步要求,开展钢丝绳安装方法研究很有必要。

## 2 双吊点受力偏差模拟演算

钢丝绳受拉时将伸长,伸长量计算式为

$$\Delta L = \frac{FL}{EA} \quad (1)$$

式中: $\Delta L$ 为钢丝绳伸长量,m; $F$ 为钢丝绳内力,N; $L$ 为钢丝绳长,m; $E$ 为钢丝绳弹性模量,Pa; $A$ 为钢丝绳截面面积,m<sup>2</sup>。

假定闸底板水平,门槽铅直,闸门、启闭机制造精度符合要求,则引起双吊点受力偏差的主要原因是钢丝绳松紧不一(图1)。

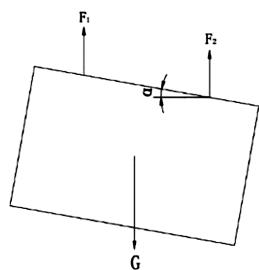


图1 双吊点不同步示意图

现举例计算启闭机双吊点不同步引起的两侧钢丝绳张力偏差值。某平板闸门宽10.0 m,高

6.2 m,吊点距5.6 m,自重 $G=200$  kN(将摩阻力概化为重力),侧滚轮与轨道间设计间隙均为10 mm,两根钢丝绳计算长度(取钢丝绳由启闭机绳鼓至闸门吊耳的间距)为13.5 m,偏差为20 mm,钢丝绳直径34 mm。设一侧钢丝绳牵引力为 $F_1$ ,另一侧钢丝绳牵引力为 $F_2$ 。分两种情况分析计算。

第一种情况,启闭机转动,左侧钢丝绳延伸2 cm,右侧钢丝绳即将受力。采用式(1)计算钢丝绳内部张力。已知 $L=13.5$  m, $A=433.13 \times 10^{-6}$  m<sup>2</sup>,钢丝绳弹性模量取为 $E=100$  GPa,计算得: $F_1=64$  kN, $F_2=0$ ,因 $F_1<100$  kN,闸门未启动。

第二种情况,启闭机继续转动,当 $F_1+F_2=200$  kN时,闸门启动,那么,两侧钢丝绳受力 $F_1$ 、 $F_2$ 两者关系式为

$$\begin{cases} \Delta L = \frac{F_1 L}{EA} \\ \Delta L - 0.02 = \frac{F_2 L}{EA} \\ F_1 + F_2 = 200 \text{ kN} \end{cases} \quad (2)$$

由式(2)计算得 $F_1=132$  kN, $F_2=68$  kN,左侧钢丝绳伸长41 mm,受力超设计32%;右侧钢丝绳伸长21 mm,受力为设计张力的68%,左侧钢丝绳受力是右侧钢丝绳受力的1.94倍。可见,启闭机双吊点同步性看似不大的偏差,能造成钢丝绳受力较大的偏差。

## 3 双吊点不易同步的原因

启闭机钢丝绳安装的最后道工序,一般是将钢丝绳固定到启闭机上。但保证双吊点同步却不易做到。主要是钢丝绳自重较大,牵引不方便,松紧度难以控制。

有一种经验安装方法,是先将两侧钢丝绳全部固定到绳鼓上,观察钢丝绳松紧状况,将较紧的一侧钢丝绳的固定螺栓适度松开,接着点动启闭机,当两侧钢丝绳松紧一致时,将松开的螺栓紧固,完成钢丝绳松紧度调整。这种方法听起来比较奇巧,但实际操作时却难以控制。一是“螺栓适度松开”难以控制,需要技巧,同时易造成钢丝绳磨损,镀锌钢丝绳锌层损伤;二是“点动启闭机”难以控制,启门速度较慢的易控制,启门速度较快的难以控制,行程控制不准,也就难以保证“钢丝绳松紧一致”;三是“钢丝绳松紧一致”难以掌握,多通过观察、敲击等手段认定,比较粗放,精度较低。

所以,启闭机钢丝绳安装,需要有合适的钢丝

绳牵引方式以及相对精确的张力测量方案。本文中介绍的是采用测力张拉装置及其安装方法。

4 钢丝绳测力张拉安装方法

钢丝绳测力张拉装置包括龙门架、一号葫芦、二号葫芦、一号弹簧秤和二号弹簧秤,龙门架的横梁上安装一号葫芦和二号葫芦,一号葫芦下方连接一号弹簧秤,二号葫芦下方连接二号弹簧秤,整体构成测力张拉装置(如图2)。

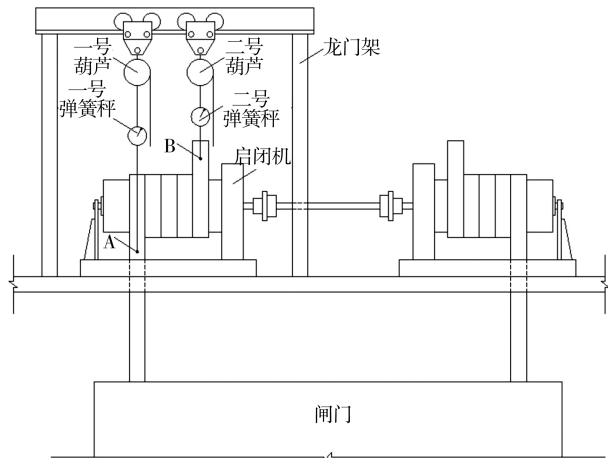


图2 钢丝绳测力张拉装置结构

测力张拉装置安装方法如下:

(1)将测力张拉装置安放在启闭机一侧绳鼓处,一号弹簧秤下端连接钢丝绳A点,二号弹簧秤下端连接钢丝绳B点,调整龙门架和葫芦位置,使葫芦对钢丝绳垂直向上张拉;使用一号葫芦张紧绳鼓下部钢丝绳,记下一号弹簧秤读数 $a$ ,再使用二号葫芦张紧绳鼓上钢丝绳,记下二号弹簧秤读数 $b$ ,锚固钢丝绳。

(2)一侧钢丝绳安装完毕后,将测力张拉装置移至启闭机另一侧绳鼓处,一号弹簧秤下端连接钢丝绳,同步骤(1)与A点位置一致的高度,二号弹簧秤连接钢丝绳,同步骤(1)与B点位置一致的高度,调整龙门架和葫芦位置,使葫芦对钢丝绳垂直向上张拉;使用一号葫芦张紧绳鼓下部钢丝绳,一号弹簧秤的读数同步骤(1)的 $a$ ,使用二号葫芦张紧绳鼓上钢丝绳,使二号弹簧秤的读数同步骤(1)的 $b$ ,锚固钢丝绳。

如此测力张拉,因起始赋予两侧钢丝绳相同拉力,此时钢丝绳双吊点必然同步,运行时,只要门槽铅直,闸门、启闭机制造精度符合要求,整个闸门启闭过程两侧钢丝绳受力将均衡。

安装过程中必须A、B两点同时张拉,否则难以保证两侧钢丝绳受力相等。因启闭机绳鼓上一般有2~4圈安全钢丝绳,如果仅张拉A点,钢丝绳内产生张力,也就产生了对绳鼓的压力,钢丝绳与绳鼓间产生摩阻力,致使钢丝绳难以滑动,难以张紧钢丝绳;如果仅张拉B点,难以张紧绳鼓上的钢丝绳。

5 应用效果

弧形闸门的双吊点卷扬式启闭机,近年更换了全部启闭机。试运行时发现启闭机两侧荷重仪读数普遍偏差较大,认为荷重仪精度不够,遂退出使用。投入运行后,发现开闸时大部分闸孔总是一侧首先升起,另一侧延后升起,意识到启闭机双吊点不同步,但未采取措施。同时,部分闸孔开启时支铰发出较大声响,认为支铰润滑不够,遂对支铰注油润滑,消除了声响。

表1 启闭机钢丝绳张力测量记录

9月14日(闸门开度0.24 m)					10月12日(闸门开度0.24 m)				
左侧钢丝绳		右侧钢丝绳		平均张力/kN	左侧钢丝绳		右侧钢丝绳		平均张力/kN
张力/kN	偏差/%	张力/kN	偏差/%		张力/kN	偏差/%	张力/kN	偏差/%	
167.40	6.06	59.70	-6.06	63.55	75.30	2.03	72.30	-2.03	73.80
263.80	1.92	61.40	-1.92	62.60	67.90	-0.88	69.10	0.88	68.50
371.50	6.08	63.30	-6.08	67.40	70.30	6.27	62.00	-6.27	66.15
459.80	1.87	57.60	-1.87	58.70	66.80	1.29	65.10	-1.29	65.95
557.60	2.86	54.40	-2.86	56.00	71.20	6.75	62.20	-6.75	66.70
663.70	9.83	52.30	-9.83	58.00	69.90	5.19	63.00	-5.19	66.45
761.40	3.19	57.60	-3.19	59.50	67.20	3.31	62.90	-3.31	65.05

在支铰注油时,发现大部分支铰座基础混凝土发生了裂缝,部分裂缝较宽。经分析,裂缝源自闸门支臂扭矩,扭矩源自闸门双吊点不同步,闸门支铰发出较大响声,也与转动部位偏磨有关。

采用测力张拉方法对启闭机钢丝绳进行了调整,并采用钢丝绳张力测试仪测量了钢丝绳内部张力(表1)。可以看出,启闭机钢丝绳同步性情况,2、4、5、7号较好,1、3号一般,6号较差,需进一步调整。

卷扬式启闭机双吊点钢丝绳受力偏差的允许值,未见明确规定,但启闭机安装时追求双吊点同步是必要的<sup>[4]</sup>。钢丝绳测力张拉方法,不失为一种简便易行、精度可靠的保证启闭机双吊点同步的安

装方法,值得推广应用。

#### 参考文献:

- [1] 陈飞,陈锋,狄祖兴.常州溧港河水利枢纽船闸闸门钢丝绳调节浅析[J].江苏水利,2018(9):57-60.
- [2] 贺小平.双吊点弧形闸门同步超差问题分析[J].华电技术,2012,34(9):35-38.
- [3] SL381—2007 水利水电工程启闭机制造安装及验收规范[S].北京:中国水利水电出版社,2007.
- [4] 谭志国,胡凡,郭金涛.双吊点固定卷扬式启闭机吊点同步性问题研究[J].人民长江,2021,52(增刊1):194-196.

(上接第46页)

的统一领导下,协调统一各职能单位的质量管理考核职责,实行多科室联动监管机制,采用动态核查等手段对质量行为进行全过程监督。通过综合运用法律、行政、经济以及技术等措施,丰富质量监督手段,从而提高各参建方的质量意识,增强各方提升工程质量的积极性、自觉性、主动性,使质监工作的权威性和执行力得到保证,使质监机构能有效地发挥其作用。

### 3.6 转变工作思路,坚持监管与服务相结合

有些工程质量责任主体质量意识薄弱,究其原因是对质量管理工作的重要性认识不足,对接受政府质量监督强制性要求理解不深。这就需要质监机构除了认真履行监督职责,还应结合自身优势加大宣传力度,按照监督与指导、检查与促进相结合的原则开展工作。进一步沟通思想,增进了解与共识,消除抵触情绪;经常组织业务培训和学习交流,增强各方质量意识;帮助各参建单位解决工程质量中遇到的实际问题,从而提高质监管理效果。

### 3.7 创新工作方法,提升质监工作效率

创新工作方法、提升工作效率是当前质监工作的迫切要求。充分利用电子政务的现代化工具、信息技术和网络环境开展工作,将质监工作核心关键环节与业务流程实现流程化,减少人为操作,从而实现效率提升。各质监机构可根据自身实际及需求建立质量监督信息化管理平台,增强质量监督的公开性、真实性和实时性;利用管理平台的高

效便捷性、规范透明性,弥补质监机构人力的不足,规范质监管理行为,提升质监工作效率;积极探索互联网、物联网监管模式,做到实时监督、全程追踪,闭环处理;利用互联网大数据技术及时掌握工程质量动态,分析和统计工程质量情况,帮助质监人员及时掌握最新的法律法规、规范性文件和技术标准,提高质量监督水平。积极探索水利工程质量监督管理手段。在质监管理方面出台制度推动创新,积极推动有利于质督管理提质增效的新技术、新设备的研发和推广应用。

## 4 结 语

百年大计,质量第一,质量是工程的生命。随着水利事业进入高速发展期,对水利工程质量管理工作也提出了更高的要求。基层水利工程质监机构应针对中小型工程特点,转变工作思路,采取有效措施,创新工作方式,加强质量监督管理,督促各质量责任主体切实履行工程质量责任和义务,为全面提升水利工程质量管理水平、实现水利工程高质量发展发挥应有的作用。

#### 参考文献:

- [1] 贺白羽.水利工程质量监督工作现状及对策分析[J].地下水,2018(2):229-230.
- [2] 陈太勋.水利工程质量监督与管理的现状与对策分析[J].湖南水利水电,2012(5):97-99.