

三峡升船机密封框信号检测优化研究

石锋, 游强

(长江三峡通航管理局, 湖北 宜昌 443000)

摘要: 三峡升船机试通航以来, 时常发生对接密封框位置检测信号丢失与位置检测开关损坏情况, 针对故障现象进行原因解析, 提出优化改造方案。

关键词: 密封框; 信号丢失; “柔”性连接

中图分类号: U641

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2022) 08—0106—03

三峡升船机是世界上规模最大、技术难度最高的升船机, 是船舶过坝的快速通道。其主体结构可以分为上游引航道、上闸首段、船厢室段、下闸首段、下游引航道, 其中对接密封框便是实现上下闸首段与船厢室段的水密连接。

对接密封框布置在船厢两端, 当船舶需要进出船厢时, 对接密封框在驱动油缸的推动下向闸首工作门移动, 到达设计压力后油缸停止动作, 同时设置有位置检测装置, 以确保对接密封框与闸首工作门紧密接触。驱动油缸将对接密封框保持在压制位置, 间隙充泄水装置蝶阀打开, 间隙开始充水, 水位与船厢水位平齐后, 开启船厢门。自三峡升船机试通航以来, 时常发生对接密封框位置检测信号丢失与位置检测开关损坏情况。因此, 有必要对信号丢失原因进行研究与优化。

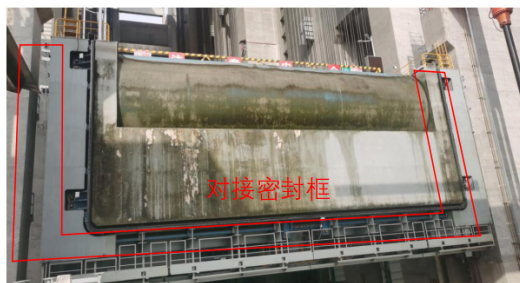


图1 对接密封框布置图

1 对接密封框结构及工作原理

三峡升船机对接密封框共2套, 分别布置在船厢上下厢头, 主要由U形框架、导向支承滑块、驱动油缸、碟形弹簧柱与止水橡皮等组成。U形框架上设有10套“油缸—弹簧”的液压驱动机构, 其中两两一组, 共五组。两侧边各2组, 底边一组。在每组支座上设有位置检测接近开关, 分别为“密封框扩张到位”、“密封框压缩到位”。

在密封框伸出时, 首先其端面P型止水橡皮与闸

首工作大门接触, “密封框扩张到位”开关会被触发。然后密封框继续伸出, 接着“密封框压缩到位”开关会被触发。此时油缸会继续伸出, 当油缸无杆腔压力达到设计压力时, 系统停机。

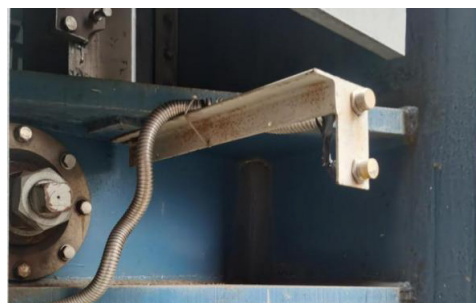


图2 对接密封框压缩到位与扩张到位检测装置

为了确保密封框伸出后, 密封框与闸首工作大门时刻紧密贴合, 密封框伸出到位采用压缩到位、扩展到位、压力到位与运算的一个综合信号。当五组密封框扩展到位信号都到达时得到扩展到位中间量 (CSM.BH), 当五组压缩到位信号都到达时得到压缩到位中间量 (CSM.BJ), 当五组压力到位信号都到达时, 得到压力到位中间量 (CSM.QL), 最终其进行与运算得出密封框伸出到位

(CSM.Extracted)。也就是说密封框伸出到位需要15个检测信号都到位, 才能得出密封框伸出到位信号, 其中一个不到就会造成密封框伸出到位信号不到, 造成后续流程无法运行。

2 对接密封框检测故障

三峡升船机从2016年9月18日试通航至今, 时有发生对接密封框位置检测信号丢失与位置检测开关损坏情况, 约占上下厢头故障报警总数27.4%, 是现地站故障报警次数第二多的故障。同时, 当信号丢失时需要转

到检修模式，再次推出密封框，存在一定的安全风险。

2019年5月升船机在一次上游对接过程中，报“上厢头密封框进超时故障”，流程中断，系统停机。检查发现，上游密封框第3组位置检测开关直接与闸首工作接触，造成开关损坏。



图3 撞坏的接近开关

3 原因分析

(1) 当船厢与闸首对接，密封框伸出到位后，会打开管路蝶阀由船厢向密封框内充水，船厢水会迅速将这个 20.5m(L)*0.3m(W)*8.84m(H) 的狭窄空间充满，巨大的冲击力将会使密封框产生较大的震动，使油缸回缩，无杆腔油压下降，密封框伸出到位信号丢失。

(2) 三峡升船机上闸首工作大门能适应上游航道 3.75 米水深的变化，下闸首工作大门能适应下游航道 1.97 面的水深变化。在不同门槛水深情况下，工作大门航道侧承受的水压也不相同。在对接过程中，密封框推出与工作大门接触，密封框油缸推出压力达到设计压力后停机，巨大的推力会将工作大门水封压缩，工作大门水封的压缩量会因水压的不同而变化，密封框油缸伸出量也就不同，而运行信号检测装置是通过刚性连接固定在 U 型框架上，距离是固定的。



图4 闸首工作大门

表1 不同门槛水下密封框油缸行程值（单位毫米）

门槛水深	油缸 1	油缸 2	油缸 3	油缸 4	油缸 5	油缸 6	油缸 7	油缸 8	油缸 9	油缸 10
4100	556	567	568	555	566	559	559	553	558	550
5900	554	563	560	549	562	555	555	547	554	548
7500	550	563	558	548	556	550	556	548	553	546

从表1中可以看出在门槛水深较低的情况下，闸首工作大门承受的水压小，密封框伸出行程长。在门槛水深较高时，闸首工作大门承受的水压大，密封框伸出行程会相对减小，其中底部两组油缸行程变化量最大，分别达到了10毫米、9毫米，而信号检测装置为固定安装，无位移适应性。当闸首工作大门增加叠梁后，门槛水深会直接由最大值变成最小值，此时密封框油缸伸出行程增加，位置检测接近开关便有可能撞上工作大门造成开关损坏。当闸首工作大门减叠梁后，门槛水深会直接由最小值变成最大值，密封框油缸伸出行程减小，造成检测信号不到或丢失。

(3) 工作大门的形变也会在特定位置会放大接近开关与工作大门的间距。同时，在升船机迎向运行时，从船厢对接船舶出厢，到下厢次船舶进厢解除对接，对接密封框与闸首工作大门需保持长时对接，其时常通常在30分钟以上。期间无杆腔处于保压状态，液压缸的保压压力因泄露维持不住而逐渐下降。而泄露或多或少必然存在，压力必然会慢慢下降，因此造成对接密封框伸出到位信号丢失。

4 优化建议

(1) 针对间隙充水引起震动的情况，建议在间隙充水过程中让密封框油缸再次保压运行一次，避免行程退让。其次在无杆腔压力泄露时进行压力补偿，当检测到无杆腔压力降到一定量时，油泵启动对密封框油缸进行补压。

(2) 通过表1可以看出，密封框油缸地伸出行程的变化量在10毫米左右，加上工作大门形变及无杆腔压力泄露的影响，密封框信号检测传感器的感应范围至少大于15毫米。且由于检测传感器工作环境潮湿，并不适用机械开关。而接近开关受安装形式以及应用场所的限制，目前可选产品最多只有12毫米的感应距离。因此，建议对信号检测装置支架进行优化，将原检测支架由固定连接改为气动支撑杆，当前方检测开关与闸首工作大门接触时，活塞杆受力回缩。密封框油缸退回后，活塞杆伸出到设定位。同时将检测开关安装板材质改为

基于 GIS 的船闸故障风险区域划分研究

邹俊杰

(江苏省交通运输厅港航事业发展中心, 江苏 南京 210029)

摘要: 船闸是航道通航的重要节点, 一旦发生故障导致停航直接影响航道通航效率。为保证对船闸故障风险的应急管理, 本文以江苏为例, 在分析船闸故障影响因素的基础上, 通过层次分析法建立单个船闸的风险值分析模型。同时考虑到建设成本, 利用 GIS 的核密度分析法, 在全省范围内划分风险区域, 在风险较大的区域集中布置省级船闸应急保障基地。

关键词: 船闸; 故障风险; GIS; 核密度分析

中图分类号: U641

文献标识码: A

文章编号: 1006—7973 (2022) 08—0108—04

江苏省内河水运发展条件优越, 规划省干线航道里程 4010 公里。通航环境复杂, 全省干线航道网涉及长江、淮河、太湖和沂沭泗水系, 共计建设有交通管理船闸 42 座。随着运输结构调整的推进, 江苏内河水运在综合交通运输体系中地位愈发重要。2021 年, 全省干线航道仍然维持较为繁忙的水平, 船闸过闸总量保持高位水平, 共过闸船舶 291.7 万艘次, 过闸货物 22.9 亿吨, 开启 74.8 万闸次。为进一步保障正常船闸运行, 提升水上应急保障能力^[1], 需对单个船闸可能出现故障的风险做定量分析, 并在空间上划定故障风险较为集中的区域, 以用有限的资金提供最高效的应急保障力量。

1 船闸故障类型及主要影响因素分析

1.1 船闸主要故障类型及特征

通过对江苏省现有船闸的实地调研, 目前船闸故障可大致分为水下故障、机械故障、电气故障三大类, 反

映在故障现象上大多为闸、阀门不能正常启闭、出现异响、通信与电力异常、控制系统失灵等情况。

(1) 水下故障呈现“数量占比多、专业要求高”的特征, 该类故障占比约 55%, 常见情况为闸、阀门构件脱落、砂石混凝土、树根形成的水下障碍物引起闸阀门启闭异常。故障的处理较为简单, 需要清除水下碍航物, 但需要专业的潜水员下水手动作业。

(2) 机械故障呈现“数量占比中等、处理难度大”的特征, 该类故障占比约 30%, 常见情况为闸、阀门及构件故障, 一般为闸门节杆弯曲、阀门阀件损坏以及油箱漏油等故障, 以及由于水位上涨、暴雨造成的机械进水失灵。故障的处理相对复杂, 处理时间长, 对船闸影响较大, 需要机械专业人员或者厂家技术人员进行处理。

(3) 电气故障呈现“数量占比少、处理难度适中”的特征, 该类故障占比约 15%, 常见情况为电气控制系统故障, PLC 构件或模块损坏, 开关或电缆等供电系统

高强度铝合金, 减轻重量。此方法将检测支架由“刚性”连接改为“柔性”连接, 既能提高检测传感器的感应距离, 又能保护检测开关避免检测传感器损坏。

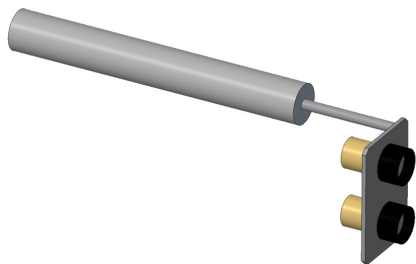


图 5 新检测支架设计图

5 结束语

三峡升船机密封框信号检测装置作为密封框运行状态的重要监护设备, 工作环境复杂, 受影响因素多。本文主要目的在于分析造成对接密封框位置检测信号丢失与位置检测开关损坏的原因, 并提出对应优化建议, 以期为运行维护人员提供一定的思路和启发。

参考文献:

[1] 段惠玲. 三峡升船机承船厢门驱动、防撞装置和间隙密封框装置驱动 (上下游侧) 4# 液压系统 [Z]. 太重榆液液压系统公司, 2014.