

# 大型弧形钢闸门支铰轴承异响 原因分析及对策措施

黄雪娇<sup>1</sup>, 陈 锋<sup>2</sup>

(1. 江苏省太湖地区水利工程管理处, 江苏 苏州 215000; 2. 常州市城市防洪工程管理处, 江苏 常州 213000)

**摘要:**弧形钢闸门因其闸门启闭力小等优点在水利工程中大量运用,但其特殊构造也存在诸如异响等问题,针对大型弧形钢闸门在运行过程中出现的支铰轴承异响的状况,综合分析异响产生的原因及影响,并结合工程实际研究对策,优化支铰轴承润滑。

**关键词:**弧形钢闸门; 支铰轴承; 润滑

中图分类号:TV663 文献标识码:B 文章编号:1007-7839(2021)01-0070-03

## Cause analysis and countermeasures on abnormal noise of hinge bearing of large – scale radial steel gate

HUANG Xuejiao<sup>1</sup>, CHEN Feng<sup>2</sup>

(1. Taihu Lake Region Hydraulic Project Management Division of Jiangsu Province, Suzhou 215000, China;  
2. Changzhou Urban Flood Control Project Management Office, Changzhou 213000, China)

**Abstract:** Radial steel gate is widely used in water conservancy projects because of its advantages of small opening and closing force, but its special structure also has problems such as abnormal noise. In view of abnormal noise of hinge bearing during the operation of the large – scale radial steel gate, causes and influence of abnormal noise were comprehensively analyzed, and the lubrication of hinge bearing was optimized in combination with the practical engineering research countermeasures.

**Key words:** radial steel gate; hinge bearing; lubrication

钢闸门按门叶形状可以分为平面钢闸门、弧形钢闸门、人字形钢闸门,其中弧形钢闸门是指挡水面板为弧形的一类钢闸门,其支臂的支承铰位于圆心,启闭时闸门绕支承铰转动。支承铰由连接支臂的铰链、固定轴和固定铰座组成。铰座牢固地与建筑物上的埋设构件连接,并传力于基础上<sup>[1]</sup>。

支承铰的形式有圆柱铰和圆锥铰等。圆柱铰构造比较简单,制造、安装也较方便,应用普遍;圆锥铰多用于大跨度(宽)露顶式弧形闸门上。弧形闸门不设门槽,启闭力较小,水力条件好,广泛用于各种类型的水道上作为工作闸门运行<sup>[2]</sup>。

本文对钟楼防洪控制工程的大型弧形钢闸门在运行过程中出现支铰轴承异响的现象分析原因并研究对策。

## 1 技术参数及运行原理

### 1.1 技术参数

钟楼防洪控制工程位于京杭运河常州段<sup>[3]</sup>,主体工程为单孔净宽 90 m 的超大平面弧形双开型钢闸门,弧形闸门高 7 m,厚 3.5 m,弧面半径 60.0 m,单侧闸门面板弧长 58.357 m,闸门总重 800 t,铰链和铰座重量 30 t。闸门支臂为钢管结构空间三角形

收稿日期:2020-09-21

作者简介:黄雪娇(1990—),女,工程师,本科,主要从事水利工程建设管理与运行工作。E-mail: 516155984@qq.com

桁架,闸门支铰为球形铰,支铰基础为分别设置于南北两岸的 $16 \times 20$  m 钢筋混凝土沉井。支铰轴承为自润滑关节轴承 GEW600HFZ5-2RS。在国内该闸门尚属于第一个大型平面双开有轨弧钢闸门。

### 1.2 运行原理

平时闸门全开,门体置于两岸门库内。当汛期水位较高闸门需要关闭时,临水侧挡水闸门翻倒,支臂与门体形成整体,绕支铰轴做 $58.35^\circ$ 内往复圆周运动。在闸门舱内水位组合下,支臂和钢闸门的重量作用在 FZB 自润滑关节轴承球面上,轴和轴承内圈、铰链与轴承外圈间过盈配合。闸门启闭过程中,门体与铰链及镶嵌在铰链内孔的轴承外圈三者形成整体,围绕轴与轴承内圈形成的整体做圆周运动。

## 2 支铰轴承异响原因分析

### 2.1 异响情况

该工程位于京杭运河常州段,除在汛期受降雨、水位影响需要关闭闸门,实现挡水泄洪功能外,闸门长期处于全开状态。工程管理人员每月在不影响航道安全的情况下,对闸门进行小范围启闭试运行,因此支铰活动范围较小,运行频次较低。

2018年5月29日,钟楼防洪控制工程在闸门启闭过程中,北侧闸门的支铰部位发出“咯咯咯”连续不间断异响,而后在每月经常性检查中发现南侧闸门在运行时支铰也发出类似异响。

### 2.2 原因分析

该有轨弧形闸门正常运行已超过10年,通过观察与检测等分析,引起支铰轴承异响主要是以下因素。

#### 2.2.1 自然磨损

2015—2017年汛期该工程分别持续运行7 d、12 d、4 d,支铰长时间浸泡在水中,水中污垢顺着老化的密封圈内圈慢慢渗进关节轴承内部,加之关节轴承内部长期缺油(润滑不足和使用频率低),拆开关节轴承发现上部承载部分有明显的磨损且没有润滑油。

#### 2.2.2 电化学腐蚀

钢铁在潮湿的空气中发生的腐蚀以电化学腐蚀最为突出。铁在干燥的空气里不易腐蚀,但在潮湿的空气中却很快就会腐蚀。在潮湿的空气里,铁的表面吸附了一层薄薄的水膜,这层水膜里含有少量的氢离子与氢氧根离子,还溶解了氧气等气体,结果在铁表面形成了电解质溶液,电化学腐蚀

是造成铁腐蚀的主要原因。

## 3 对策研究

### 3.1 原理分析

自然磨损在正常使用中是不可避免的,但如果确保外界的水汽和灰尘没有进入关节轴承内部,且有充足润滑油脂就可以减缓磨损。不锈钢中 Cr 是最有效提高电化学腐蚀性能的合金元素,与 Mo、Ni、N 等合金元素配合,效果最好。降低钢中的 P、S、C 等杂质含量可降低电化学腐蚀敏感性,奥氏体不锈钢经过固溶处理后耐电化学腐蚀。

预防电化学腐蚀的措施:(1)加入抗电化学腐蚀的合金元素,含 Cr、Mo 或少量 N、C 的不锈钢电化学腐蚀效果最好,如双相不锈钢及超纯铁素体不锈钢;(2)电化学保护;(3)使用缓蚀剂;(4)增设润滑油脂。

### 3.2 改进措施

更换已磨损腐蚀的轴承,将支铰轴承从闸门上拆除,回厂将铰链外围清理干净,将铰链进行喷砂、喷漆整体防腐处理,对支铰轴进行脱铬、车加工 C61140、镀铬加工处理。

根据磨损情况,在关节轴承旋转部位增加内部油路,支铰增加进出油口,现场增加润滑泵系统。采用 GEW600HFZB53-2RS 自润滑关节轴承。该轴承结构形式外圈为高强度铜合金,双半外圈型式,球面镶嵌固体润滑剂;内圈为双相不锈钢。轴承外圈自带密封,采用“O”形密封圈。GEW600HFZB53-2RS 轴承内圈材料为 S31803 (SAF2205),外圈基体材料为高强铜合金<sup>[4-5]</sup>。

### 3.3 方案研究

本方案所采用的双相不锈钢为轴承内圈(Duplex Stainless Steel,简称 DSS),指铁素体与奥氏体各约占 50% 的新型不锈钢,其各项机械强度等性能均能满足工程需要且有极好的耐腐蚀性能,将彻底解决处于水下工作或长期潮湿大气环境条件下轴承套圈的锈蚀问题。双相不锈钢 00Cr22Ni5Mo3N (简称 2205 不锈钢)在正常固溶处理( $1020 \sim 1100^\circ\text{C}$ 加热并水冷)后,钢中含有大约 50% ~ 60% 奥氏体和 50% ~ 40% 铁素体组织。其耐蚀性能与奥氏体不锈钢 AISI 316L 相当。该轴承套圈方案应用于多个水利工程,如广西邕宁枢纽工程、广东高陂水利工程等。

本方案采用的自润滑轴承加装外部脂润滑的复合润滑方式,其目的是进一步提高轴承的润滑性

能,在轴承本身具备自润滑性能的条件下提供一道保险。同时去除由于密封失效等原因造成的轴承内部的污染,使运行更加可靠。

## 4 结 语

钟楼防洪控制工程采用上述方案,优化了支铰轴承润滑功能,消除了异响,去除由于密封失效等原因造成的轴承内部的污染,使运行更加可靠。本文仅初步研究了支铰轴承润滑系统的优化,对改造过程中的实际施工难题如大型闸门顶升、支铰吊装、地基影响、润滑系统操作及后续维护等问题有待进一步研究。

### 参考文献:

- [1] 顾旭昌. 超大型弧形闸门支铰埋件框及支铰安装技术[J]. 四川水力发电, 2015, 34(6):4-6.
- [2] 吉沙日夫, 王励. 大型弧形闸门支铰安装技术[J]. 水利水电技术, 2014, 45(9):81-83.
- [3] 孙永明. 京杭运河特种闸—钟楼闸的工程特色[J]. 水利规划与设计, 2013(7):35-38.
- [4] 王茂, 王志勇, 刘进清, 等. 大型弧形门支铰锚栓架安装技术研究和创新[J]. 人民黄河, 2019, 41(增刊2):288-289.
- [5] 刘媛媛, 万泉. 大型弧形钢闸门更换施工技术探讨[J]. 水利建设与管理, 2017, 37(6):15-18.

(上接第 24 页)

### 6.5 工程长效管护规划

农村河道管护是一项长期而艰巨的任务,农村河道管理规划要进一步加快转变“重建轻管”的思想,巩固农村生态河道建设成果。在管护形式上,尽可能采用标准化管护、市场化保洁,引入专业保洁队伍,充分发挥市场资源优势,利用竞争机制实现市区河道市场化养护,以提升保洁效率,使河道养护工作取得更好的成效。农村生态河道管护最突出的问题是资金的投入。江宁区积极探索“以河养河”的经验,充分挖掘和利用河道自身资源,实现河道清淤整治与长效管理的目标。

## 7 结 语

农村生态河道建设有利于改善农村河道生态环境,提升农村水安全,显著改善农业生产条件,提高农业生产能力。农村生态河道规划统筹考虑了农村水利建设中防洪排涝、水环境治理、水生态修

复等因素,遵循保障水安全、修复水生态、改善水环境的原则,工程措施与非工程措施有机结合,对江宁全区农村生态河道建设进行了整体谋划和系统布局,合理确定了规划目标、任务,突出了重点问题和规划措施,提高了区域防洪排涝标准,改善了农村水环境,对完善农村水系治理,促进农村经济发展,提升地区综合竞争力具有重要的现实意义。

### 参考文献:

- [1] 陈隐石, 汪院生, 吴玮, 等. 农村生态河道建设规划研究[J]. 中国农村水利水电, 2014(4):29-33.
- [2] 包建平, 朱伟, 闵佳华. 中小河道治理中的清淤及淤泥处理技术[J]. 水资源保护, 2015, 31(1):56-62.
- [3] 隋建刚. 试析农村生态河道的建设规划[J]. 科技创新, 2016(16):196.
- [4] 薛彦东, 杨培岭, 王成志. 现代生态河道整治研究[J]. 中国农村水利水电, 2009(6):70-72.