

浅析水闸液压启闭系统异响的原因及对策

沈雪梅, 葛雯静

(南通市节制闸管理所, 江苏 南通 226001)

摘要: 从油缸温度、液压油品质、油缸密封圈安装、油缸平衡度这几个方面, 通过检测温度、噪音、液压油品质、油缸平衡度等方式, 将所得数据进行对比、分析, 探讨了南通节制闸液压启闭系统产生异响的原因, 提出相应对策, 为水闸安全运行提供参考。

关键词: 液压启闭; 异响; 原因; 对策

中图分类号: TV664

文献标识码: B

文章编号: 1007-7839 (2016) 04-0039-05

Brief analysis on causes and countermeasures for noises in sluice hydraulic pressure on-off systems

SHEN Xuemei, GE Wenjing

(Control Sluice Gate Administration Office of Nantong, Nantong 226001, Jiangsu)

Abstract: Out of several aspects such as hydro-cylinder temperature, hydraulic fluid quality, cylinder sealing ring, cylinder degree of balance, by detecting temperature, noise, hydraulic fluid quality, cylinder degree of balance, the data is compared and analyzed. The causes of noises in sluice hydraulic pressure on-off systems in Nantong and the solutions for it are discussed. This also provides future reference for safe running of sluice gates.

Key words: hydraulic pressure on-off system; noise; causes; countermeasures

1 工程概况

南通节制闸建于 1960 年, 距长江边 2.5 km, 是通吕运河的通江大门。水闸共 23 孔, 单孔净宽 4 m, 采用自动控制的液压启闭系统, 系统由 3 台 Y225M-6B30 电动机 (额定功率 30 kW, 额定转速 980 r/min)、3 台 160SCY14-1B 高压油泵、2 只 1500 L 的油箱、12 台油缸组成。设计采用 2 孔闸门共用 1 台油缸, 工作压力 15 MPa, 柱塞杆推力 500 kN, 最大行程 3 m, 启门速度 1 m/min, 。引灌面积为 18.2 万 hm^2 , 排涝面积 4.3 万 hm^2 , 截止 2014 年底共引水 405 亿 m^3 , 排水 45 亿 m^3 。建成以来, 为南通市的引水灌溉、挡潮、排涝发挥了重要作用。

2 启闭机异响情况

2015 年 8 月初, 闸门启闭过程中发现启闭机油缸、电动机机组运行过程中响声异常, 且油缸运行过程中出现振动、颤动等异常现象。当时多次检查发现除油温较高外无其他情况, 考虑是温度较高的原因, 采用分贝仪和温度计对启闭机油缸和电机组进行监测。

2.1 电机机组异响

液压系统启闭机组在启动开闸按钮后, 电机响声基本平稳, 待电动机预热油泵启动后机组发出刺耳声。根据《中华人民共和国机械行业标准》, 可知额定功率为 30 kW、额定转速 980 r/min 的电动机在负载时, 噪声不超过 80 dB (分贝, 下同), 噪

收稿日期: 2016-02-26

作者简介: 沈雪梅 (1972-), 女, 本科, 高级工程师, 主要从事水利工程建设与管理工作。

声容差 3 dB。经过一段时间的现场监测,发现电机机组在启动过程中噪声均在 95 dB 以上,超过电机正常运行噪声范围 80 ~ 83 dB(表 1)。

表 1 电机组噪音表

电机组实际运行噪声		电机组正常运行噪声
噪声 (dB)	≥95	80 ~ 83

2.2 油缸异响

油缸异响主要表现为闸门启闭过程中,尤其闸门开启时油缸出现卡顿声、启闭机轴承响声异常。采集了九圩港闸与南通节制闸的噪音数据进行对比分析,发现节制闸启闭的噪音远远高于九圩港闸,确属异响,记录如表 2 所示。

表 2 节制闸、九圩港闸开闸时油缸噪音对比

	时间	室温 (℃)	启动时启闭机房噪声 (dB)	启动时第三台启闭机噪声 (dB)
节制闸	2015-8-13	29.2	73.8	83.3
九圩港闸	2015-8-14	29.4	46.2	48.5

3 异响产生的原因分析

为解决异响问题,经查阅启闭系统结构图,对使用原材料、设备品牌、安装工艺等多方面进行了综合分析,使用时间长、温度变化、油液品质、油缸安装不平衡是产生异响的主要原因。

3.1 电动机机组异响原因

考虑到油泵机组虽然有噪音,但是仍然能够启闭闸门,观察发现在闸门开启时电流和电压等均未超过额定值,推测电机组异响主要为机械原因:如轴承质量不好或老化,轴承磨损;定转子气隙不均,定转子铁心松动等。结合工程实际情况,电动机机组使用年代较久,当时选用的为高噪音产品且节制闸常年开闸,使用频繁,噪音越来越

高,故推测原因为机组老化。

3.2 油缸异响原因

3.2.1 温度影响

从 8 月份至 11 月份分别采集了在闸门开启、关闭时第三台启闭机及整个启闭机房的噪音,根据温度变化,对实测出来的噪音进行数据分析,画出散点图,对数据进行高阶多项式拟合,得出开关闸时闸室温度与噪音关系图(图 1、图 2)及开关闸时第三台启闭机温度与噪音关系图(图 3、图 4)。

从图 1、图 2 可以分析出,闸室温度越高,整个启闭机房空间的噪音也越高,也就是所有油缸响声越大。

根据图 3、图 4 可以看出,当油缸缸体温度上

升时,油缸轴承异响、振动颤动造成的噪声随之增大,这也说明温度对油缸异响有一定的影响。

(1) 温度对元器件的影响

从理论上可知,工程机械液压油的温度常控制在 30 ~ 55℃之间,此时油液的黏度、润滑性和耐磨性均处于最佳状态,系统传递效率最高。当油液温度超过 65℃时,油液黏度就会明显下降,泄漏增加,各滑动部位油膜被破坏,使液压元件磨损加剧,从而加快油温上升的速度^[1]。当油液温度达到 80℃以上时,由于液压元件热膨胀系数不同,相对运动元件之间的间隙和运行状态将发生异常变化。间隙变大,油液泄漏加重;间隙变小,元件间可能会发生“卡死”现象,使之无法运动,还会引起机器的热变形,破坏原有的精度。八月份正

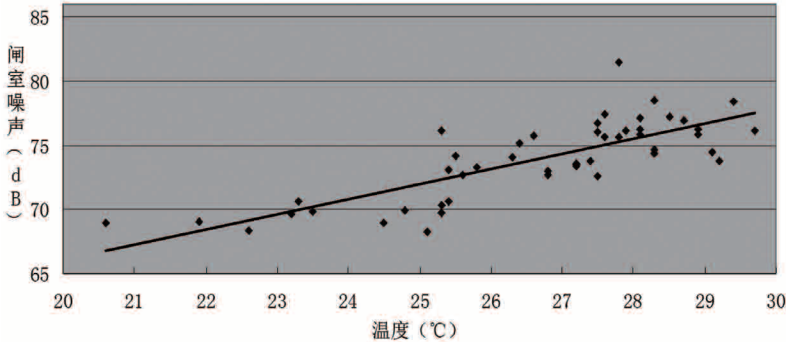


图 1 开闸时间室温度 - 噪声关系图

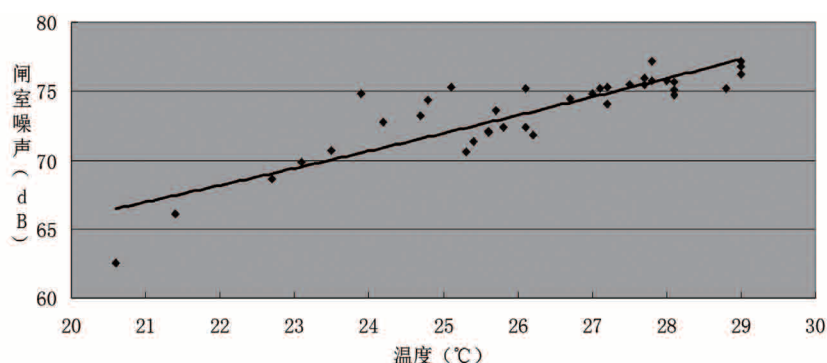


图2 关闸时闸室温度-噪声关系图

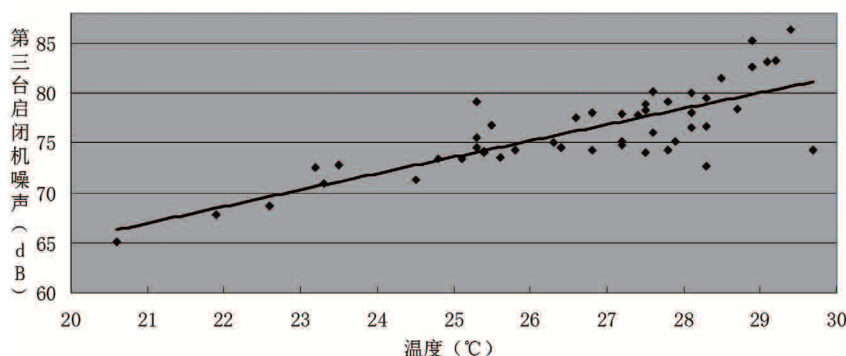


图3 开闸时第三台油缸温度-噪声关系图

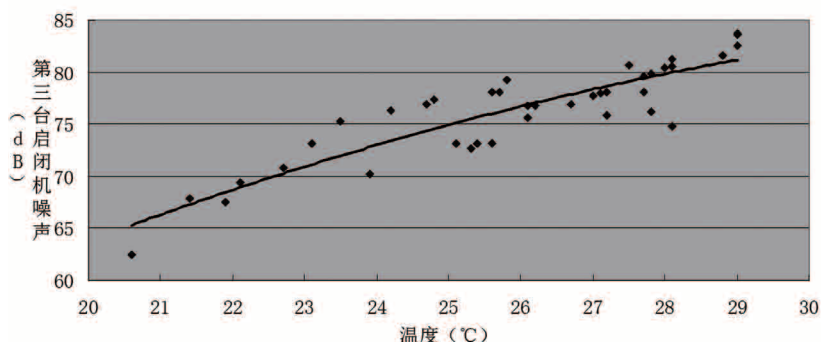


图4 关闸时第三台油缸温度-噪声关系图

值酷暑,室外气温较高,加之闸室门窗紧闭,液压系统内部油液持续升温,从当时测量可知,有液温度超过 65°C ,油液受热膨胀,橡胶密封件软化、膨胀,油缸运行时便会出现“卡顿”现象(从柱塞杆伸出时发现杆表面有刮痕可以看出),从而导致油缸的柱塞杆在运行过程中出现振动、颤动,油缸产生异响。反之,随着气温逐渐降低,液压油温度逐渐恢复正常,柱塞杆振动、颤动减弱,油缸异响也随之有所缓解。

(2) 温度对轴承的影响

自润滑轴承是一种无油润滑轴承或者少油润滑轴承,其主要应用于无法加油或者很难加油的场所,可在使用时不保养或少保养。节制闸液压启闭系统采用自润滑轴承,该轴承属于高分子非金

属材料。为防止轴承在运转过程中出现松动,外径需要有足够的过盈量来保障轴承紧固在轴承座内。而非金属材料的热胀、水胀均比金属材料要高,制定轴承公差时需考虑热胀、水胀引起的内径收缩量(由于座孔的限制膨胀量只向内孔收缩),只有当内径收缩量与外径过盈量相当时,轴承正常工作。若轴承因温度过高受热膨胀,座孔内径收缩量增大,轴承外径过盈量小于内径收缩量,则会导致轴承工作异常(从第三台启闭机拆开轴承看到表面磨损,出现粉末状物体可以看出),异响随之产生。由此可知,虽然自润滑轴承有优异的自润滑性,但是安装不当,润滑不足或过分润滑,负载过大,间隙不足,油封产生的高磨擦等都会引起自润滑轴承过热。若自润滑轴承在超过 125°C 的温

度长期连转会降低自润滑轴承寿命, 液压启闭系统也难以正常运行。

从实测的温度-噪声关系图及温度对原材料及器件的影响综合分析得出温度是造成油缸异响的主要因素。

3.2.2 液压油乳化的影响

节制闸液压启闭系统采用的油液为 L-HM46 号液压油, 液压油是液压启闭机系统的工作介质, 在闸门启闭中占有主导地位, 起着能量传递、转换和控制的作用, 同时还起着润滑、防腐等作用^[2]。70%~80% 的液压系统故障是由于液压油的污染造成的。采集使用的液压油进行检测(检测日期为 2015 年 8 月 7 日), 检测结果如表 3。

由检验结果可以看出, 液压油抗乳化性能不符合 GB1118.1-2011 标准中, 2011L-HM 抗磨液压油(普通)规定的要求, 必须进行更换。

油品的抗乳化性是指油品遇水不乳化, 或虽乳化但经过静置油水能迅速分离的性能。若液压油的抗乳化性不好, 会与混入液压系统的水形成乳化液, 乳化后的油品质量变差, 润滑作用下降^[3]。另外, 油品乳化后将促进油品氧化, 产生有害的酸性物质腐, 进而造成零部件腐蚀, 对液压系统产生影响, 这也是造成液压系统异响的原因之一。

3.2.3 油缸密封圈安装不当的影响

以第三台启闭机为例, 将连接在启闭机上的负载——闸门卸载, 使油缸空载运行, 以检验是否为密封圈安装不当。通过试验, 仅需要 1.5 Mpa 的工作压力, 油缸便能匀速平稳运行, 柱塞杆速度达到正常值 1 m/min, 也无任何卡阻、振动、颤动。另外, 如果油封安装不当也极有可能造成泄漏, 从现有的 12 台油缸表面看, 并无任何泄漏, 基本可以排除油封安装不当造成异响。

3.2.4 油缸结构不平衡的影响

从 12 台启闭机机架油缸滑轨上可以看出在滑轨一端有磨损的铁粉, 说明油缸整体安装存在的偏差。以油缸前端缸杆中心线为基准, 油缸前端缸杆纵向水平为“0”, 低于水平位为“-”, 高于水平位为“+”, 用水平仪测量柱塞杆全伸出时的平衡度, 见图 5 所示。

经过对 12 台油缸平衡度进行检测, 结果如表 4。

油缸的平衡度正常范围为 +30~-30 mm(1 mm=100 cmm) 之间, 由记录表可以看出, 油缸轨道平衡度超出正常值。以油缸前段缸杆中心线为基准, 油缸前端高于中心线, 后端低于中心线, 当闸门开启时, 柱塞杆向前端移动, 此时由于柱塞杆和轨道不平行, 启闭机必然会突然加大, 由于提升

表 3 液压油检测结果

序号	检验项目	单位	技术要求	检验结果	单项评价
1	闪点(开口)	℃	≥185	231	合格
2	运动黏度	mm ²	41.4~50.6	44.6	合格
3	水分(质量分数)	%	≤痕迹	无	合格
4	机械杂质		无	无	合格
5	铜片腐蚀(100℃, 3h)	级	≤1	1	合格
6	抗乳化性(乳化液到3 ml的时间)(54℃)	min	≤30	乳化层为44 mL	不合格
7	磨斑直径(392 N, 60 min, 75℃, 1200 r/min)	mm		0.441	

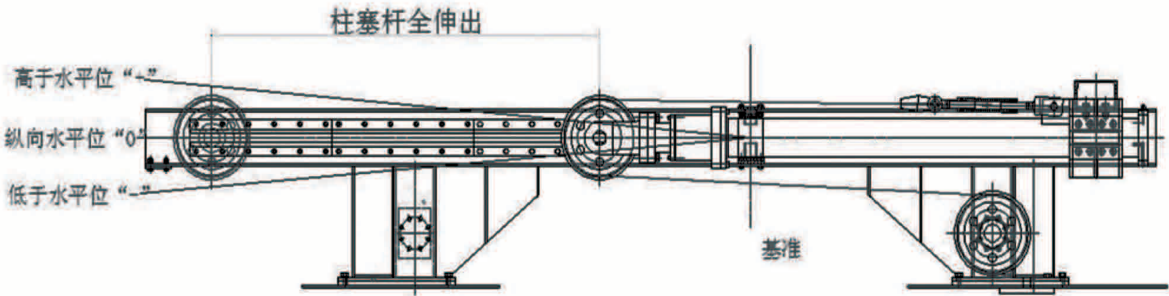


图 5 柱塞杆全部伸出时的平衡度示意图

表 4 油缸平衡度测量记录表

(单位: mm)

油缸编号	油缸1	油缸2	油缸3	油缸4	油缸5	油缸6
前						
后	-3 ~ -7	-3 ~ -7	-2 ~ -3	-3 ~ -7	-2 ~ -3	-3 ~ -7
油缸编号	油缸7	油缸8	油缸9	油缸10	油缸11	油缸12
前		正常	正常	+3 ~ +5	0.5	-3 ~ -7
后	-3 ~ -7					

启闭力与油缸运行有时间差, 柱塞杆移动受到阻碍而卡顿, 会造成油缸异响。

4 消除异响采取的措施

针对油泵电机组和油缸出现的异响, 提出以下解决措施。

4.1 更换电机机组

根据查阅相关资料, 正常情况下, 进口的液压泵、电动机组在工作五六年后, 国产产品工作两三年后, 磨损情况就相当严重。节制闸液压油泵电动

替换整个管路、工作回路油缸缸体内的旧油, 清洗滤清器、油箱、油缸、管路, 更换滤芯。

4.2.3 调整油缸平衡度

以第三台启闭机为例进行调整, 检测油缸轨道平衡度, 若超过正常范围, 则进行调整。调整后, 用漆刷、煤油、抹布对启闭机油缸运行轨道进行清理, 用漆刷涂抹白色离子油, 以增加轨道运行平滑度, 使油缸运行顺畅。

经过一系列的工程措施, 现检测出油缸运行基本趋于平稳, 无异常声响, 噪音检测如表 5。

表 5 油缸噪音表

2015-11-14 温度 12℃	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	油缸11	油缸12
噪声 (dB)	47	48	54	47	60	52	50	53	52	53	49	52

机组于 2007 年投入使用, 至今已有九年, 而电动机的最长使用年限为十年, 基本达到使用寿命, 轴承磨损, 线路也已老化, 若持续使用会对水闸安全运行留下隐患, 需将电动机及油泵重新更换, 选用低噪音、高品质的产品, 以确保水闸的安全运行。

4.2 消除油缸运行异响的对策

针对以上提出的油温、液压油的品质、油缸轨道不平衡等原因, 提出不同的解决方案。

4.2.1 降低油温

给油箱添加油液温度传感器, 若油液温度超过 65℃时, 发出警报, 立即采取一系列降温措施, 条件允许情况下, 机房加装空调在白天降温, 晚上打开全部窗户通风换气。另外, 使油温升高的主要根源之一就是液压油泵, 若在更换油泵时考虑采用节能液压泵, 可节省功率损耗, 减少油液发热, 控制温升。

4.2.2 保障液压油的品质

定期检测液压油的品质, 若发现液压油变质, 要进行更换, 注意不仅要放尽油箱内的旧油, 还要

5 结语

节制闸启闭系统异响原因复杂, 经过笔者分析, 上述问题的存在可能导致故障发生, 今后需要多加观测、养护, 还需经时间检验才能更确切地解决存在的问题。由此, 液压启闭系统在水利工程的运用中, 还需在初始设计与运用中注意以下几方面的问题。

(1) 系统的转动部分使用新型的自润滑合成材料是否能发挥应有的作用尚未经过实践与时间的检验, 建议使用较为传统的铜轴承加润滑油润滑滚轮。

(2) 在运行过程中要按规范要求对油液进行检测, 对系统老化的元器件进行及时更换, 注意在使用中对温度的控制, 以延长元器件的使用寿命, 提高运行的可靠度。

(3) 系统在设计中应适当考虑油缸油封及油缸柱塞杆更换的简易性。节制闸油缸设计安装虽较为紧凑, 但更换难度大, 一旦真正出现问题, 不

(下转第 46 页)

是短时间内就能解决问题。

节制闸启闭系统异常响声问题解决,虽具自身的特殊性,但其问题的处理措施对所有水利运用的液压系统具有普遍性,可供管理单位、设计单位、施工单位参考借鉴。

[1] 曹广文. 液压油温过高的原因及降温措施[J]. 工程机械与维修, 2011(4): 208-209.

[2] 李玉臣. 液压启闭机在水利工程中的应用及运行维护管理[J]. 北京水务, 2010(3): 49-51.

[3] 郭国进, 陈芝茂. 影响液压油抗乳化性能原因分析[J]. 润滑油, 2011, 26(1). (责任编辑: 徐丽娜)

(责任编辑:徐丽娜)