

南水北调中线工程液压启闭机调试及常见故障处理

毛鹏飞, 韩瑞红

中国南水北调集团中线有限公司河南分公司, 河南 平顶山 467000

摘要: 南水北调中线工程作为国内一项宏伟的民生及生态工程, 其安全运行至关重要。液压启闭机作为南水北调工程安全运行的重要影响因素, 其属于一种用于开启与关闭孔口的设备, 该设备的故障问题会对南水北调工程的安全运行产生不良影响。此次论文先是对南水北调中线工程中液压启闭机原理以及维护方法等进行了分析, 随后又对该设备的调试要点展开了探讨, 最后是对该设备常见故障产生原因以及处理策略的研究, 以期为相关人员提供参考。

关键词: 南水北调; 中线工程; 液压启闭机调试; 常见故障; 故障处理

South-to-North Water Diversion Project Hydraulic Closing Machine Commissioning and Common Troubleshooting

Mao Pengfei, Han Ruihong

China South-to-North Water Diversion Middle Route Corporation Limited, Henan Branch, Henan, Pingdingshan 467000

Abstract: As a grand livelihood and ecological project in China, the safe operation of the South-to-North Water Diversion Project is of utmost importance. As an important influence on the safe operation of the South-to-North Water Diversion Project, the hydraulic opener belongs to a kind of equipment used to open and close the orifice, and the failure of this equipment will have a negative impact on the safe operation of the South-to-North Water Diversion Project. The paper firstly analyzes the principle and maintenance method of hydraulic opener in the South-to-North Water Diversion Project, then discusses the debugging points of the equipment, and finally studies the causes of common failures of the equipment as well as the treatment strategy, in order to provide references for the relevant personnel.

Keywords: South-to-North Water Diversion; center line project; hydraulic opener commissioning; common failures; troubleshooting

南水北调中线工程主要横跨鄂、豫两省, 从中国南水北调集团获知, 截止至5月13日, 南水北调东中线一期工程累计调水高达720m³, 沿线7个省市均有受益。由此可知, 南水北调中线工程建设及运行的经济及社会效益巨大, 政府相关部门或企业等需要加强工程管理, 保证工程正常运行。液压启闭机在南水北调中线工程运行中具有重要作用, 加强对该设备的研究有助于保证设备运行的稳定性, 确保设备性能满足南水北调中线工程的运行要求。

一、南水北调中线工程液压启闭机相关概述

(一) 液压启闭机介绍

液压启闭机主要是由液压系统以及液压缸构成, 其中液压系统又包括液压泵站以及电气控制柜等, 受液压系统控制的影响, 液压缸内活塞体内壁的运动形式为轴向往复, 以此带动与活塞相连接的连杆或闸门等, 致使二者进行直线性运动, 进而完成开启或关闭孔口的任务。液压启闭机运行期间, 液体的压力能量传递主要依赖于液压启闭机, 为保证液压启闭机正常运行, 其各扇弧形闸门油缸都配置了行程检测装置, 当闸门启闭时, 工作人员可以借助行程检测装置对弧形闸门的开度以及行程等进行实时监测。在南水北调中线工程中, 所使用的液压启闭机主要分为三种, 具体介绍如下:

其一, 弧门液压启闭机, 其液压系统主要包括动力装置与控

制等, 其中动力装置主要是液压泵, 其可以将机械能转化为液压能, 该设备运行平稳、噪音较小, 同时还具有使用周期较长的优势。常规情况下, 液压启闭机的液压系统内部设有液压泵两套, 一套为主用, 另一套为备用。

其二, 平面门液压启闭机, 其型号多种, 且各型号液压缸配合尺寸不同, 机座尺寸也会不同, 该设备适用于水利水电工程, 对于运行环境温度具有较高要求, 温度范围一般控制在-35℃~50℃。在南水北调中线工程中, 平面门液压启闭机主要安装于分水口位置, 用于向地方配套水厂输送水源

其三, 集成式液压启闭机, 其主要是一种由机、电、液以及仅为一体的新型启闭设备, 设备主体为液压缸, 动力源主要是电机。

(二) 液压启闭机原理

因液压启闭机具有将机械能转化为液压能的功能, 所以其动

力装置主要是液压泵，而常用的液压泵主要包括容积式泵、柱塞泵以及叶片泵等，其中柱塞泵的使用成本较高，实际使用具有高压、大流量等特点，同时还具有流量可调的优势。液压泵可以将电动机输出的机械能转换成液体压力能，随后借助液压缸将液体压力转换成机械能，以此为闸门的开启与关闭操作提供驱动力。当前，常用的液压启闭机具有传动稳定、运行安全可靠、结构简单以及承载力较大等特点，且不利于出现过载现象。在南水北调中线工程中，河北段双吊点弧形工作闸门液压启闭系统的工作原理较为简单，其流量的进出主要依赖于单比例流量调速阀与普通调速阀，二者可以对液压缸的流量进出进行有效控制，以此确保闸门启闭同步运行，强化液压启闭机的自动纠偏功能^[1]。

（三）液压启闭机保养

1. 维护方法

液压启闭机的调试与正常运行，对于南水北调中线工程的安全运行具有重要影响，为确保液压启闭机调试精准，防止该设备出现故障问题，相关工作人员需要注重设备的日常维护保养。针对于液压启闭机的维护，常见方法介绍如下：

其一，静态巡查法。该方法主要是在不操作设备的情况下对设备进行规范化的巡视与检查，工作人员可以通过望、闻、嗅、触的形式进行大致检查，也可以利用设备本身仪表，又或者是相关数据信息为参考检查液压启闭机的运行状态，以便于设备故障及缺陷的及时发现与处理。

其二，动态巡查法。该方法的使用需要工作人员通过关闸或开闸的操作对液压启闭机设备进行巡视与检查，以此判断设备各部件运行情况，便于及时发现与处理设备故障及缺陷等。不同于静态巡查法，动态巡查法需要工作人员在设备启动后通过望、闻、嗅、触的方式进行巡查，同时还需要借助外接仪表或设备仪表等辅助检查，加之对闸控系统数据信息的详细分析，可以对液压启闭机的运行状态进行精准判断。

其三，定期全面维护法。该方法的主要目的是保证液压启闭机运行性能稳定，防止其出现故障问题。通过定期维护的方法可以对部分老化及磨损的零部件进行更换，同时还可以定期对液压启闭机的定值进行调试与检验，以此确保设备运行的可靠性以及安全性等。此外，单项固定周期维护法的应用需要相关工作人员依据液压启闭机特性进行周期性的维护与检查，以此降低设备故障发生概率。

2. 保养内容

为确保液压启闭机各类性能良好，相关工作人员需要重视该设备的保养，注重设备完好率以及利用率的提升，以此有助于延长设备使用寿命。针对于液压启闭机的保养，其主要包括两方面内容。

其一，密封元件。其作为液压启闭机的重要组成构件，在液压启闭机运行期间，密封件可能会受压力、温度或油液等因素的影响，进而导致密封件的性质发生改变，最终可能会导致密封件失效，影响液压启闭机的正常运行。为此，相关工作人员需要定期检查密封件，检测密封件质量，同时还需要存放一定数量的密封件，以便于及时更换密封件，避免影响液压启闭机的正常运

行。与此同时，在液压启闭机的长期运行过程中，密封件可能会出现变形或自然老化的现象，如果密封件更换不及时，势必会影响液压启闭机的运行性能。常规情况下，密封件对于储存环境的温度具有明确要求，工作人员需要将环境温度控制在5℃~25℃范围内，并将湿度控制在70%左右，存放环境需要时刻保持清洁，避免阳光直射。

其二，液压油。针对于液压油的保养，工作人员需要确保液压启闭机各油孔口密封得当，设备运行环境干净、整洁，同时工作人员还需要定期更换滤芯以及防尘圈等，避免油液内进入灰尘。除此之外，工作人员需要确保油桶、油管以及漏斗的清洁性，使用前均需要进行清洗，而滤油器的使用亦是如此。为确保液压启闭机的正常运行，工作人员还需要定期过滤液压油，擦拭液压元器件以及油箱等，防止油缸进入杂质导致油液被污染。针对于液压元件以及油箱的擦拭，常用工具为绸布或乙烯树脂海绵等^[2]。

二、南水北调中线工程液压启闭机调试要点研究

（一）初步调试

在调试液压启闭机之前，工作人员需要确保液压缸进出口球阀处于关闭状态，保证液压系统的溢流阀以及调速阀等处于开启状态，同时还需要检查各球阀开关位置是否正确。之后，工作人员还需要检查油箱内的液压油是否装满，合理控制液压油高度，其高度下限应高于吸油口中心线至少15cm，高度上限应低于液位计顶端至少5cm^[3]。当液压油装满油泵时，工作人员需要按照顺时针方向手动盘车，尽可能将油泵吸油区内部空气排除干净，随后需要对电机旋转方向进行检查，并依照图纸连接油缸，开启油泵电机，待油泵电机空载运行一定时间后，通电电磁铁，逐级调节电磁溢流阀，随后关闭可调节流阀，锁紧调节螺母。如果需要启用备用油泵电机，初步调试工作需要在每组阀组压力控制元件初调试数次正常的情况下进行，以此保证初步调试质量^[4]。此外，因液压系统各工作点均设有电压力继电器，如果所测点压力与压力控制器的调定压力不相同，液压系统会实现自动控制，确保二者压力相同。

（二）动作控制

南水北调中线工程中，液压启闭机的调试工作较为专业，为了保证液压启闭机的调试效果满足南水北调中线工程运行相关要求，相关工作人员需要熟练掌握该设备的调试要点，重视对液压系统动作的控制。在液压系统各压力调试及压力流量正常的情况下，工作人员需要确保各高压球阀开启位置准确，同时还需要确保电磁铁通电，致使压力油可以通过电磁换向阀进入调速整流装置，最后再经由高压球阀进入油缸有杆腔^[5]。针对于无杆腔溶液，其进入油箱需要经过球阀、回油滤油器以及可调节流阀等，待无杆腔溶液进入油箱后，闸门会自动开启。当闸门开启后，液压启闭机便可进入失电以及停机保压状态，此时液压系统的内泄闸门会下滑至电控设定值，而闸门会恢复至原有高度。除此之外，当电磁铁得电时，液压油在经过电磁换向阀之后会被分为两

路，一路是经过溢流阀进入无杆腔，并在无杆腔出现负压的情况下，借助单向阀完成油箱的补油操作，进而关闭闸门；另一路是经过液控单向阀进入有杆腔，之后再经由高压球阀进入油缸无杆腔^[6]。

三、南水北调中线工程液压启闭机常见故障处理

在南水北调中线工程中，液压启闭机的常见故障多种，以下是对各类故障、故障产生原因以及处理方法的详细介绍：

其一，液压启闭机无法启动故障。其产生原因主要包括保险烧断、闸门卡阻、防雷器或继电器烧坏、空气开关跳闸以及通讯失联等，该故障处理方法多种，例如更换保险或继电器或防雷器，检查通信线路，重新合闸，又或者是调整闸门左右开度，清理闸门水封处异物等^[7]。

其二，双缸同步超差故障。其产生原因主要包括左右调速阀或比例阀无法正常运行，故障解决方法是更换或调整左右调速阀或比例阀；又或者是油缸行程编码器失常，相关工作人员需要合理调整与更换编码器。如果是因左右管路堵塞而引发双缸同步超差故障，则工作人员需要及时对左右管路进行疏通，确保管路循环过滤通畅^[8]。

其三，闸门开启不到位故障，其可能是由卡阻或限位开关无法正常发信等现象所导致，也可能是编码器数据错误，又或者是通信失常等所导致，工作人员可以通过消除卡阻异物、调整或更换编

器以及限位开关、检查通信输出信号等方法处理故障问题。

其四，电机运转噪音与振动较大故障，其产生原因可能与油液粘度过大、泵内有空气、油泵内部磨损或油泵、电机同心度不足等有关，工作人员可以通过加热油液，排除泵内空气，调整、修复或更换油泵与电机等方法解决故障问题^[9]。

其五，设备外部渗漏故障。该故障的产生原因与密封件损坏或密封接触处松动以及元件安装螺栓松动等有关，工作人员需要及时更换密封件，紧固与调整松动的元件安装螺钉。

其六，油泵输出压力较小以及流量较少故障，其产生原因可能是泵出现故障问题或磨损较为严重等，也可能是溢流阀损坏或部分零构件出现渗漏问题等，相关工作人员需要及时更换油泵、溢流阀以及渗漏零部件等^[10]。

结束语：

液压启闭机作为重要设备，日常运行容易出现各种故障问题，常见的故障问题包括设备无法启动、双缸同步超差、闸门开启不到位、电机运转噪音与振动较大、设备外部渗漏以及油泵输出压力较小，流量较少等，需要相关工作人员加强故障研究，及时、有针对性的处理故障问题。与此同时，液压启闭机的调试专业性较强，需要专业型技术人才负责，重视初步调试，严格控制液压系统动作，定期养护设备密封元件以及液压油等，同时还需要合理利用静态巡查法、动态巡查等进行设备维护。

参考文献：

- [1] 姚亮, 李向东, 蒋洪伟. 水利工程液压启闭机应用 [M]. 中国水利水电出版社, 2018.
- [2] 牟铁江. 浅谈液压启闭机安装工艺流程及质量控制方法 [J]. 机电信息, 2011, (18).
- [3] 陆明, 谢林, 王郅中. 大型弧门液压启闭机若干运行问题分析及处理 [J]. 水电站机电技术, 2020, (3).
- [4] 杨彦兴. 水闸液压启闭系统常见故障及维修措施探讨 [J]. 工程技术研究, 2023, 8 (22): 223-225. DOI:10.19537/j.cnki.2096-2789.2023.22.072.
- [5] 杨赛, 孔令超, 董懿, 等. 基于 PSO-BP 的泄洪闸门液压启闭机信号预测 [J]. 水电站机电技术, 2023, 46 (11): 57-59+107. DOI:10.13599/j.cnki.11-5130.2023.11.017.
- [6] 古文倩, 耿红磊, 孔垂雨, 等. 水利水电工程液压启闭机陶瓷活塞杆涂层破坏分析 [J]. 水电站机电技术, 2023, 46 (11): 72-74. DOI:10.13599/j.cnki.11-5130.2023.11.021.
- [7] 李瑞, 徐平, 铁瑛, 等. 液压启闭弧形闸门多领域工作特性分析及故障模拟 [J]. 机床与液压, 2023, 51 (19): 140-147+202.
- [8] 范家庆, 沈燕萍. 接力式液压启闭机空载缸动作故障原因分析与排除 [J]. 大坝与安全, 2023, (01): 26-29.
- [9] 柴丽莎. 液压启闭机及控制系统常见故障及对策分析 [J]. 珠江水运, 2022, (18): 24-26. DOI:10.14125/j.cnki.zjsy.2022.18.022.
- [10] 张伟. 浅析液压启闭机常见故障及运行维护管理 [J]. 福建水力发电, 2021, (02): 42-43+70. DOI:10.19565/j.cnki.cn35-1153/tv.2021.02.026.