

矿山机械液压系统的故障及诊断探究

刘建军

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司洗选中心

DOI: 10.12238/ems.v6i11.9999

[摘要] 现阶段,工程师在对矿山机械液压系统故障进行诊断分析过程中需要对噪音故障、压力故障、温度故障、动作故障进行高效诊断分析,结合主观诊断技术、仪器诊断技术、数学诊断技术以及智能诊断技术,对故障问题进行准确可靠描述和评价。在诊断过程中,高效反映出机械液压系统的运行状态,做到有的放矢,提高设备系统的综合运行品质和效率。

[关键词] 矿山机械; 液压系统; 诊断

Exploration of Faults and Diagnosis of Hydraulic Systems in Mining Machinery

Liu Jianjun

National Energy Group Ningxia Coal Industry Co., Ltd. Washing Center

[Abstract] At present, engineers need to efficiently diagnose and analyze noise faults, pressure faults, temperature faults, and motion faults in the process of diagnosing and analyzing hydraulic system faults in mining machinery. By combining subjective diagnostic techniques, instrument diagnostic techniques, mathematical diagnostic techniques, and intelligent diagnostic techniques, accurate and reliable descriptions and evaluations of fault problems can be made. During the diagnostic process, the operational status of the mechanical hydraulic system is efficiently reflected, achieving targeted improvement and enhancing the overall operational quality and efficiency of the equipment system.

[Keywords] mining machinery; Hydraulic system; diagnosis

引言:

在矿山机械液压系统故障诊断分析环节,工程师需要引进一套精益化的诊断方法和模式,建立起完善的诊断模型,做好对故障问题准确高效识别、判断、分析,提高故障诊断效率。

一、矿山机械液压系统的故障类型

矿山机械液压系统的故障较多,其主要表征如下。

首先,噪音与振动故障较为常见,液压泵作为液压系统的动力,其压力波动以及结构振动是产生噪音的主要原因,如果当液压泵出现虚空现象,或者吸油过滤器堵塞吸油管距油面过近会产生过大的噪音;相关设备如阀弹簧、阀换向、压力阀工作不良也会引起噪音;空气进入液压缸或管内油流速过大时,也会产生噪音,相关问题的出现通常是油位以及密封装置不合理所导致的。

其次,矿山机械液压系统的压力故障也较为常见,是由

于压力不足、压力不稳或压力过高所导致的。一般情况下,压力不足是由于溢流阀旁通阀损坏,泵或马达磨损,油液黏度过高过低,或阀内阻尼孔堵塞。而空气混入油中,溢流阀磨损,弹簧缺乏刚性,也会导致压力不稳。减压阀、溢流阀参数错误或变量机构故障也会导致压力过大。

此外,矿山机械液压系统也会出现动作故障,一般情况下,电磁阀电磁铁故障,限位或顺序装置损坏,均有可能导致执行单位无法动作。而液压泵输出流量低,液压系统泄漏严重,油液黏度过高过低,也会导致动作缓慢。当液压系统压力不正常,空气混合在油中以及阀芯卡涩也会致使设备出现动作不规则的情况。

最后,矿山机械液压系统的温度故障也是日常管理中常见的,一般情况下,机械在使用一段时间后温度升高,但是持续高温会损坏机器设备。当系统过热时,需检查是否存在漏油现象,评估泵是否磨损严重,评估安全阀压力调定值是

否合适。总体来说, 矿山机械液压系统故障大致体现在以上几个方面, 相关单位需要做好精细化把关, 引进有效的诊断技术, 做好高效处理。

二、矿山机械液压系统故障诊断技术

(一) 主观诊断技术

主观诊断技术也称为直觉经验法, 主要是基于过往的工作经验, 由维修人员通过观察、倾听、触摸、闻气味等方式, 凭感官和经验来诊断故障原因。相关工作人员需要建立起一套完善的直觉经验表, 表中详细记录一些常见的故障隐患, 并且对故障隐患的表现进行描述评价, 整个评价表分别从观察、听、摸、闻、问等5个角度, 对液压系统的各项指标进行描述和评价。其中, 工程师在主观诊断技术实践应用过程中, 需要辅助参数测量法, 主要是通过测定系统回路中需要处理的工作参数, 如压力、流量、温度, 将其与系统工作正常值进行比对, 以此来判断参数是否正常, 是否存在故障。另外, 在实践分析过程中, 工作人员需要结合逻辑分析法, 结合元件、系统、设备三者之间的逻辑关系和故障现象, 通过研究液压原理图以及元件结构, 借助逻辑分析, 找出故障发生部位。主观诊断技术的应用包含一系列优缺点, 比如该项技术的实践应用不需要复杂的设备或专业知识, 能够快速进行初步判断, 适用性较强, 可适用于各种液压系统故障诊断, 但是可靠性较低, 依赖维修人员的主观经验和个人判断, 容易出现误判, 同时也无法对故障数据进行定量分析。

例如, 某矿山企业的挖掘机液压系统近期频繁出现漏油现象, 导致工作效率下降, 维修成本增加。为迅速定位并解决漏油问题, 企业采用主观诊断技术结合参数测量法与逻辑分析法进行综合诊断。

观察: 维修工程师首先围绕挖掘机液压系统进行全面检查, 发现油箱底部有明显油渍, 且附近一处管路连接处存在油迹。通过观察, 初步判断可能存在管路连接松动或密封件老化的问题。

倾听: 启动挖掘机液压系统, 工程师仔细倾听各部件运行声音。在液压系统工作时, 他注意到液压泵附近有轻微的“嗒嗒”声, 与平时运行声音不同。结合经验, 这可能是由于泵体内部零件磨损或油液中含有杂质导致的异响, 间接提示漏油可能与泵体相关。

触摸: 在系统停止运行并适当冷却后, 工程师戴上手套触摸各管路和接头处。在疑似漏油的管路连接处, 他感觉到比其他部位温度稍高, 且触摸时有轻微的油渍粘附感, 进一步确认了该处存在漏油现象。

闻: 虽然液压系统漏油通常不会伴随强烈气味, 但工程师还是靠近疑似漏油点闻了闻。虽然没有闻到明显的烧焦味或其他异常气味, 但这一步骤作为常规检查, 有助于排除因过热或油液变质引起的潜在问题。

问: 工程师向操作员询问了液压系统近期的使用情况, 包括是否有异常操作、是否注意到漏油前的任何征兆等。操作员反映, 在漏油问题出现前, 液压系统偶尔会出现压力不稳定的情况, 这为后续的深入分析提供了线索。

(二) 仪器诊断技术

仪器诊断技术主要是对故障问题进行定性、定量描述和评价, 通常与上文所引进的主观诊断技术配合使用, 通过对液压系统的压力、流量、温度、噪音、油污染度进行针对性测量分析, 以此来判断液压系统的故障类型和位置。相关技术的应用具备高精度、高效率、可重复性强的优势。在实践应用环节, 工程师需通过仪器设备, 对多种液压系统故障进行诊断分析, 结合压力计、流量计、温度计, 获取关键参数。在诊断环节, 工程师也需要选用专用诊断器, 提高分析的专业性和针对性, 比如结合振动分析仪, 监测液压系统的振动信号, 分析出轴承、齿轮存在的磨损; 或者借助液油分析仪器, 检测油液中的污染物, 以此来评测设备磨损状况。另外, 在仪器诊断环节, 工程师也可以利用综合性诊断系统, 集成多种诊断技术和方法, 对液压系统进行全面检测和故障分析, 其中通常包含数据采集模块、信号处理模块、故障诊断模块、决策支持模块, 能够实时采集液压系统各种参数, 进行复杂信号处理和数据分析, 给出准确的故障诊断结果和修复建议。

例如, 某大型矿山企业的一台装载机液压系统近期出现振动异常, 并伴有工作效率下降的现象。维修工程师首先通过主观诊断技术, 即观察、倾听、触摸等方式, 初步判断液压系统存在异常振动。操作员反映, 在装载机工作过程中, 能明显感觉到驾驶室及周围结构的震动加剧。使用压力计、流量计和温度计对液压系统进行测量。发现系统压力在正常范围内波动, 但流量存在不稳定现象, 且油温略高于正常值。这些数据虽未直接指向振动原因, 但为后续分析提供了基础数据支持。之后, 工程师选用振动分析仪, 对液压系统的关键部件(如液压泵、液压马达、传动轴等)进行振动信号监测。通过频谱分析, 发现液压泵输出端的振动频率中存在一个明显的异常峰值, 与正常状态下的振动特征不符。同时, 利用液油分析仪器对液压系统中的油液进行取样分析。结果显示, 油液中存在一定量的金属颗粒和微小杂质, 表明系统内部可能存在磨损或污染问题。这一发现与振动异常现象相互印证, 提示可能存在液压泵内部元件磨损导致的振动加剧。为进一步确认故障类型和位置, 工程师启动了综合性诊断系统。该系统集成了数据采集模块、信号处理模块、故障诊断模块和决策支持模块。通过实时采集液压系统各项参数, 包括压力、流量、温度、振动信号等, 并进行复杂信号处理和数据分析。系统最终给出了明确的故障诊断报告, 指出液压泵内部轴承存在严重磨损, 导致振动异常和油液污染。同时, 系统还提供了详细的修复建议, 包括更换磨损轴承、清洗液

压系统、更换新油等。

(三) 数学模型诊断技术

数学模型诊断技术可通过对液压系统的运行状态进行建模,利用数学工具,对系统参数进行分析处理,以此来实现对故障的精确诊断。该项技术的实践应用具备较强的理论性,同时分析精度高,重复性好,在系统故障诊断中的应用具备宽阔的前景。为此,相关单位需要根据液压系统的结构以及工作原理,建立起数学模型,该模型能够准确描述系统动态特性和运作特征,包含系统的输入输出、关系状态方程,在建模环节,工程师需考虑系统的非线性、不确定性等因素,以确保模型描述的准确性和可靠性。之后,通过传感器测量,采集液压系统的运行数据,包含压力、流量、温度、振动等参数,并且对采集到的数据信息进行预处理,包含滤波、去噪、规划操作等,提高数据质量和可用性。再利用数学方法,对处理后的数据进行深度分析,提取能够反映系统故障特征

的参数或指标,相关参数可以是系统的统计量、频谱特征、时域特征,直接或间接反应系统故障状态或类型。另外,将提取的故障特征与预先设定的故障模式库进行对比,利用模式识别、机器学习等算法,判定系统故障类型和位置,根据诊断结果,制定相应的维修决策和措施,包含故障定位、故障隔离、故障恢复等步骤。

例如,某液压压力机近期频繁出现压力波动现象,影响产品加工精度和生产效率。为此,工程师根据液压压力机的结构和工作原理,建立了包含压力、流量、温度等多变量的非线性动态数学模型。该模型详细描述了系统的输入输出关系及状态方程,如:

$$\frac{dP}{dt} = \frac{Q_{in} - Q_{out}}{V} - \frac{k}{v}P + \text{非线性}$$

其中, P 为系统压力, Q_{in} 和 Q_{out} 分别为进出油口流量, V 为系统体积, k 为与温度、油液属性相关的系数,非线性项考虑了系统内的各种非线性效应。

在建模过程中,特别考虑了系统的非线性特性(如油液的可压缩性、泵的流量波动)和不确定性因素(如油温变化、管道摩擦损失),通过引入适当的修正系数和随机变量来提高模型的准确性和可靠性。

之后,技术人员在液压系统的关键位置安装了高精度压力传感器、流量传感器和温度传感器,设定采样频率为100Hz,连续采集了系统运行数据24小时。采集到的数据包括压力波动范围(如最大值50MPa,最小值45MPa,波动周期5秒)、流量变化(平均流量80L/min,波动幅度±5%)、油温(稳定在50°C±2°C)等关键参数。紧接着,对采集到的原始数据进行滤波处理,采用低通滤波器去除高频噪声,滤波截止频率设置为20Hz;进行去噪操作,利用小波变换技术

进一步减少信号中的随机噪声,提高信噪比;对数据进行规划操作,将不同参数的量纲统一,并划分为等时间间隔的数据段,便于后续分析。后续,利用快速傅里叶变换(FFT)对压力波动信号进行频谱分析,提取了主要频率成分(如5Hz的主频分量,与波动周期相符)。计算了压力信号的统计量(如均值47.5MPa,标准差1.2MPa),以及时域特征(如最大压力降时间0.2秒)。通过对比正常状态下的数据,发现压力波动幅度显著增加,且波动周期呈现不规律性。将提取的故障特征与预先设定的故障模式库进行对比。故障模式库包含了多种液压系统故障的特征描述和诊断规则,如泵故障、阀门卡滞、油液污染等。通过模式识别算法(如K-最近邻算法)和机器学习技术(如支持向量机SVM),对故障特征进行匹配和分类。诊断结果显示,故障类型为液压泵输出不稳定,可能与泵内部磨损或驱动电机故障有关。

(四) 智能诊断技术

智能诊断技术应用人工智能系统,在故障诊断分析过程中模拟人脑活动,应用科学方法、自然语言,结合人工智能网络系统、专家数据库系统,结合鲁棒性分析,可以对矿山机械设备液压系统进行快速有效诊断。其中,专家系统诊断主要是基于丰富的专家数据库、经验库,通过构建知识库和推理机制,工程师输入故障现象,系统便可以集中进行推理分析,从而得到故障原因以及维修措施,能够快速高效诊断出系统中的故障问题。而神经网络诊断主要是提供网络学习和自适应能力,通过大量数据样本的学习,建立起液压系统故障与特征参数之间的映射关系。在诊断过程中,神经网络可以识别并提取故障特征参数,并且根据学习因素关系进行故障分类和定位,其具备强大的非线性处理能力和自学习能力,可以对复杂多变的系统故障进行准确高效识别判断。

三、结束语

总体来说,在矿山机械液压系统故障诊断环节,工作人员需要做好严谨、高效的问题把关,结合一套精益化的诊断模式,做好对故障问题的准确描述和评价,提高诊断效率。

[参考文献]

- [1]何伟. 矿山机械液压系统的故障及诊断分析[J]. 设备管理与维修, 2024(12).
- [2]邹云龙, 肖凯. 矿山机械液压系统的故障及诊断[J]. 汽车博览, 2022(8): 22-24.
- [3]刘洋. 煤矿用锚杆转载机组液压系统的设计[J]. 矿山机械, 2023.
- [4]戚振涛. 基于负载敏感原理的车载液压力系统设计与仿真[D]. 天津理工大学, 2023.
- [5]王学军. 矿山工程机械设备液压系统故障维修技术[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2023(4): 4.