

# 液压系统故障分析诊断方法论

李枝林 安徽省郎溪县农机局

液压系统在机械传动系统中占有非常重要的地位,其性能的好坏直接影响和决定整机性能和品质,为此要保证机械正常工作状态,就必须首先保证液压系统有效工作。液压系统是由若干液压元件按不同的匹配要求组合而成的,是一个有机联系的多元件复杂整体,这些元件的工作状况直接影响整个系统的工作状况,同时液压系统中各元件之间的匹配情况,也会影响整个系统的工作状况。

液压系统的故障现象和故障原因并非是一一对应关系,而是呈现出综合性和系统性的特点,给液压系统故障的诊断带来了相当多的困难。当液压系统出现故障时,要对各液压元件的工作状况、管道时应按原来的管道位置和长度更换。

(4)防止渗漏。用肥皂沫涂在接头处检查,有渗漏的接头要及时处理。注意拧紧管接头时不要用力过度。否则会使管接头损坏和密封圈变形,反而会增加泄漏。

(5)维修过的液压系统要清洗油路。使用前液压系统空运行,并使之循环3、4次,放去空气,排出第1次加入的油,排油后,再次清洗过滤器和滤网,然后,以使用说明书推荐牌号的新油按规定量重新加入系统内,再正式投入使用。

(6)冬天注意防冻。要注意桶内勿因空气冷凝成水分而混入油中;对发动机及其他机械系统需采取防冻措施,如加热保温、换用低黏度工作油等。

### 三、结束语

液压系统出现故障,主要原因是液压油被污染。产生液压油污染的原因有很多,因液压油在使用过程中又不断产生污染物,所以彻底解决液压油污染问题是不可能的,但通过采取一些切实可行的方法能控制液压油污染,使液压油的清洁度保持在一定的等级内是可行的,从而能保证液压系统的正常工作,减少设备故障率,延长液压元件的使用寿命。

做到心中有数,更要对整个系统进行全面分析,才能快速准确地诊断故障,以便迅速排除故障。

液压系统故障诊断应遵循的原则是:首先判明液压系统的工作条件和外围环境是否正常,查清液压系统的各种条件是否符合正常运行的要求,搞清机器的故障是机械部分、电气控制部分还是液压系统本身的;二是根据故障现象特征确定与该故障有关的区域,并逐步缩小该区域,检测此区域内的元件情况,分析判断故障的具体所在;三是掌握故障种类,逐步深入找出多种直接的或间接的可能原因,根据系统基本原理进行综合分析、逻辑判断,逐步逼近故障部位。四是验证可能故障原因时,一般从最可能的故障原因或最易检验的地方开始,这样可减少装拆工作量,提高诊断速度。

### 一、初步检查法

对于液压系统中一些较为简单的故障,可以通过眼看、手摸、耳听和嗅闻等手段对零部件进行检查。例如,通过视觉检查能发现诸如破裂、漏油、松脱和变形等故障现象,从而可及时地维修或更换配件,用手握住油管(特别是胶管),当有压力油流过时会有振动的感觉,而无油液流过或压力过低时则没有这种现象。另外,手摸还可用于判断带有机械传动部件的液压元件润滑情况是否良好,用手感觉一下元件壳体温度变化,若元件壳体过热,则说明润滑不良;耳听可以判断机械零部件损坏造成的故障点和损坏程度,如液压泵吸空、溢流阀开启、元件发卡等故障都会发出如水的冲击声或“水锤声”等异常响声,有些部件会由于过热、润滑不良和汽蚀等原因而发出异味,通过嗅闻可以判断出故障点。

### 二、仪表测量检查法

仪表测量检查法就是借助对液压系统各部分液压油的压力、流量和油温的测量,来判断该系统的故障点。在一般的现场检测中,由于液压系统的故障往往表现为压力不足,容易查觉,而流量的检

测则比较困难,流量的大小只可通过执行元件动作的快慢做出粗略的判断。因此,在现场检测中,更多地采用检测系统压力的方法。例如有1台挖掘机出现故障,其现象是驱动无力,不能作业。经检测发现,负荷为零时的流量 $Q_1 = 126\text{ml/s}$ ,负荷为额定值时流量 $Q_2 = 65\text{ml/s}$ ,计算出液压泵的效率: $\eta = 65/126 = 0.52 < 0.8$ ,说明是液压泵出现故障。经解体,发现泵壳配油端面磨损严重。

### 三、原理推理法

工程机械液压系统形式很多,有简单的、也有复杂的,但基本原理都是相同的,都是利用不同的液压元件,按液压系统回路组合匹配而成,液压系统出现故障时,可以根据基本原理进行分析推理,初步确定故障的部位和原因,对症下药,就能迅速排除故障。

### 四、对换诊断法

在维修现场缺乏诊断仪器或被查元件比较精密不宜拆开时,应采用此法。先将怀疑出现故障的元件拆下,换上新件或其他机器上工作正常、同型号的元件进行试验,看故障能否排除即可做出诊断。如一台挖掘机在工作不到500h,液压系统无力,当时现场无检测仪器,根据经验初步判断安全阀有故障,于是现场解体主安全阀,发现先导针阀锥面并无明显的磨损和伤痕,再将另一台同型号的挖掘机上的主安全阀与该安全阀进行了对换,试机后故障被排除。这种对换诊断法简单易行,但必须要判断准确。

### 五、介质元素分析法

工程和农业机械液压系统的工作环境都比较恶劣,为了能使机器正常工作,液压系统动力传递介质,都是用高品质的专用液压油,这些油中含有许多添加剂,以提高液压油的抗氧化性、抗磨性、清净分散性等性能。尽管如此,液压系统中液压元件,有相对运动就会产生磨损,磨损下来的颗粒积累在传动介质中,它的大小和多少直接反映了磨损程度,其次,经过不同途径进入传动介质的杂质,它们的大小和多少直接反映了污染程度,也能反映液压油添加剂消耗情况。因此,通过对液压油中元素含量的测定,也能诊断液压系统故障。如铁元素的含量增高,说明液压元件的含铁元件磨损,铜元素的含量增高,说明液压元件的含铜元件磨损。硅钙元素的增加是因为施工、现场尘土、石灰飞扬、密封不严、杂质进入液压油,加剧了磨料

磨损。磷、锌元素的减少,是因为高温氧化的结果。但应用此方法时,需要具备一定的数据积累和分析判断。

### 六、其他诊断方法

概率比较法是诊断液压系统故障既经济又简便的方法,即比较液压系统常用液压元件在百万小时内的平均失效率,由高到低进行逐一排查。如在百万小时内液压系统常用液压件的平均失效率:滤油器 0.3、液压泵 13.5、溢流阀 5.7、换向阀 11、液压马达 0.008、油箱 1.5、平衡阀 2.14、回转接头 0.03,根据以上液压元件的平均失效率,确定查找元件故障的顺序为:液压泵→换向阀→溢流阀→平衡阀→油箱→滤油器→回转接头→液压马达。

故障树分析方法简称FTA(Fault Tree Analysis),它是一种从系统到部件,再到零件,按“下降形”分析的方法。从液压系统的开始,通过细致的综合与分析,找出系统故障和导致系统该故障的诸因素的逻辑关系,并将这种关系用特定的图形符号,即事件符号与逻辑符号表示出来,绘制出一个逐渐展开成树状(向下倒长)分枝图,来分析液压系统故障发生的概率。同时也可以用来分析零件、部件或子系统故障对液压系统故障的影响,是一种将系统故障形成的原因由总体到部分,按树枝形状逐级细化的分析方法。特点是直观、明了,思路清晰,逻辑性强,对系统故障既可以做定性的分析也可以做定量的分析;既可以分析由单一构件所引起的系统故障,也可以分析多个构件不同模式故障而产生的系统故障情况。不论对较复杂系统的设计还是对系统故障进行分析都是非常有效的工具。

液压系统故障诊断中,应根据系统工作原理,掌握一些规律或常识:一是分析故障过程是渐变还是突变,如果是渐变,一般是由于磨损导致原始尺寸与配合的改变而丧失原始功能;如果是突变,往往是零部件突然损坏所致,如弹簧折断、密封件损坏、运动件卡死或污物堵塞等。二是要分清是易损件还是非易损件,或是处于高频重载下的运动件,或者易发生故障的液压元件,如液压泵的柱塞副、配流盘副和液压缸等。而处于低频、轻载或基本相对静止的元件,则不易发生故障,如换向阀、顺序阀、滑阀等就不易发生故障,掌握这些规律后,对于快速判断故障部位可起到积极的作用。