

液压系统污染的分析与对策

张雪华

Analysis of Contamination and Countermeasure of Hydraulic System

Zhang Xue-hua

(福建龙岩师专机电工程系,福建 龙岩 364012)

摘要:对产生液压系统污染的种类、原因及影响进行分析,进而找出影响因素及控制污染的措施。

关键词:液压系统;污染;液压油

中图分类号:TH137 文献标识码:B 文章编号:1000-4858(2003)09-0059-03

液压系统广泛地应用于各种工业设备中,一个液压系统能否正常地工作,除系统设计、元件制造和维护外,油的清洁度是十分重要的因素。油液的污染将会影响系统的正常工作和使元件过度的磨损,甚至会造成设备事故。液压油对液压设备犹如血液对于生命,清洁的液压油在机械内循环流动是保证设备正常运行和润滑的重要条件。有关资料表明,现场 70%~80% 液压系统的工作不稳定和出现故障都与液压油污染有关。

1 液压系统污染的种类与产生污染的原因

液压系统污染主要是液压油被污染,即指液压油中含有水、空气、固体颗粒、化学物质和微生物等杂物,另外油温的变化导致油的变质也是一种污染。

按系统划分,污染大致可分为原有污染物、侵入污染物和生成污染物 3 种。

(1) 原有污染物是指潜藏在元件和管道内的污染物。主要是系统元件、组合件在加工、装配、包装、储存和运输等过程中残留的污染物,如金属切屑、氧化皮、焊渣、型砂及尘埃等;

(2) 侵入污染物是指外界侵入的污染物。如油箱呼吸口密封性差、液压缸的活塞杆表面未设置防尘圈,引起外界的污染物侵入;还有如维修过程中不注意清洁,将环境周围的杂物带入油箱和管道内;另外,忽视油液的过滤,从而把污染物带入;以粗代细、甚至不用过滤器、过滤器几年不清洗、滤网不经常清洗、换油或补油时不重视油的过滤、脏的油桶未经严格清洗就拿来用,从而把污染物带入;

(3) 内部生成污染物指工作期间所产生的污染物。系统在组装、运行、调试过程中元件磨损所产生的金属磨耗物,管道内锈蚀剥落物,密封件磨耗物和碎

片,以及油液氧化变质生成沉淀物和胶质。油中的水使金属腐蚀形成水锈等。

2 污染对液压系统的影响

在液压系统的各类污染物中,固体颗粒最常见且危害最大。有关资料表明,在污染引发的液压系统故障中,除了 30% 源于腐蚀外,其余 70% 都是由于固体颗粒存在造成液压元件表面机械磨损。固体颗粒不仅加快液压元件磨损,而且会堵塞元件的间隙和孔口,使控制元件动作失灵而引起系统失效。系统失效主要有 3 种模式:即突然失效、退化失效、瞬时失效。突然失效主要是进入元件的大颗粒污染物(一般超过 100 μm)造成的,它通过妨碍元件表面的相对运动直至元件卡死来造成损坏。退化失效是由渗入运动间隙的小颗粒引起的,其特点是系统性能逐渐降低,颗粒破坏了润滑油膜,并与元件表面相作用,通过轻微形式的疲劳造成磨损,直到情况严重时产生磨粒磨损。研究表明,当污染等级高时,系统工作不到 100 h 就会失效,而在特别清洁的情况下,系统工作 10000 h 性能才会适度降低。瞬时失效是颗粒瞬间干扰元件性能所致。另外,固体颗粒还起着催化剂的作用。并促使油液氧化导致其性能下降。由于固体颗粒的存在还增加了油液的热容量,所以还将影响到周围传递热的能力。

除了固体颗粒外,液压油中的气泡或泡沫是一种无形的污染物。它可以使油液本身的刚度减小,容积效率减小或可靠性降低,油中的气泡瞬时压缩还会使气泡温度急剧升高,加速油液的氧化、降低油的润滑性

收稿日期:2003-07-06

作者简介:张雪华(1966—),女,福建龙岩人,讲师,学士,主要从事液压传动与控制等课程的教学工作。

和加速密封件的老化。据报道,到达允许温度上限后,每超过 10 则液压油的氧化速度加快 1 倍,易形成不溶解的泥垢状沉淀物,这种沉淀物会堵塞滤网和液压阀的孔及通道;另一方面又使油液气化、水分蒸发,液压元件因此而受穴蚀破坏。液压油的堵塞和气化,使油流不畅,致使热量不能及时带走、散发,这反过来又进一步加剧了油液的温升,造成了恶性循环,最终导致故障。

油液污染会使系统工作不正常,常出故障,元件磨损加快,寿命缩短直至损坏。具体危害如下:

污染物会加速泵的运动零件的磨损,导致液压装置内泄漏增加,造成泵的容积效率降低,机械效率降低,元件寿命缩短,动力利用率低下,最后导致执行元件运动减慢;

污染物会使阀的滑动零件被磨损,控制阀磨损,则导致执行机构定位精度差,泄漏增加,进而导致系统过热。污染物沉淀使滑阀粘结,从而导致电磁线圈失效,阀芯粘结可能产生大的冲击负载,进而损坏软管、管件、接头以及其他部件;

污染物会使节流口和压力阀的阻尼孔时堵时通,引起系统工作压力和速度不稳定、动作不灵敏;

污染物会加速密封件的损坏和缸筒或活塞杆负载能力降低,还会使缸的缓冲失灵;

污染物会把滤网堵死,使泵吸油困难而吸入空气产生噪声、并使泵发热;

污染物会把阀芯卡住,使阀动作失灵,造成事故;

油液混入水分使油变质,这不仅腐蚀机件和影响聚氨脂橡胶密封件的性能,同时,由于油膜变化会使工作台运行时产生“爬行”。

3 控制污染的措施

有效地控制液压系统中的污染物侵入和污染物生成是污染控制关键所在,如何防止,有以下措施:

1) 合理设置过滤器

要根据系统和元件的不同要求,分别在泵的吸油口、压力管路、泵的吸油管路、回油管路、伺服阀或调速阀的进油口等处,按照要求的过滤精度,设置过滤器,选用过滤器时还要考虑纳垢容量。在精度相同的情况下,应尽量选用滤油面积大的过滤器。这样可减少过滤器滤芯更换次数和降低外界污染物的侵入概率。在需要时,还可增设外循环过滤系统(此时 n 可选用大些),从而使系统的污染物控制等级得到提高;

2) 合理设计油箱

油箱内部应装设滤网式隔板,油箱盖要封闭严密,在油箱的注油口应设置空气滤清器,油箱盖上部安装的元件或管接头若有外泄油,不应让这些外泄油回入油箱内使用,而应将废油引出处理,并及时排除外泄漏;

3) 严格控制工作油的温度

在没有特定要求的情况下,可优先考虑选用体积式调速回路,此种调速回路温升小、效率高;用扩大油箱容量和通风自然冷却来缓解油温的升高;另外还可采用双油箱结构方案,以实现不同温升情况下的油温调节;当系统功率损失较大,发热量大而结构又不允许有较大的油箱容量情况下,可采用冷却器进行强制冷却;

4) 加强液压系统的维护保养和管理

定期清洗滤芯、油箱、管道和元件内部的污垢,定期更换滤网、油箱。建立液压系统一级保养制度;

通过检验油质来确定是否应该换油。因为不同液压油的使用寿命不同,同一种液压油在不同的设备、不同的环境、不同的维护条件下,使用期限相差很大。常用来检测液压油污染度的方法有以下几种:铁谱分析法(此方法无法检测非磁性污染物)、光谱分析法(此法不能分析大于 $5\ \mu\text{m}$ 的颗粒)、重量分析法(此方法无法核查污染颗粒的尺寸大小及分布)、显微镜计数法(可定性地比较固体污染物的尺寸大小及分布)、自动颗粒计数法(可以直接读出颗粒的大小和分布)。前面这些方法在某些场合,如野外和生产现场就受到限制,这些场合可使用便携式污染测量仪来检测。如 DCA 数显式污染报警仪、CM20 测试仪、KLOTZ 污染检测仪、PFC200 颗粒计数器、PCMI00 污染度检测仪。若没有这些仪器,则可采用目测法和比色法。目测法就是通过看油液的颜色、嗅油液的味道、摸油液的光滑度来估测液压油的污染程度。比色法是指将一定体积油样中的污染物用滤纸过滤出来,然后根据滤纸颜色来判断介质污染程度。具体方法:取同数量使用油和同号纯油各少许,分别滴在滤纸上,过一定时间后,比较两种滤纸的颜色,从而确定油液污染程度和确定是否换油。

加强油品管理。为保证出库油品的质量,必须定期对库存油料进行取样化验。新油入库时应化验,不合格的油品不准入库;油应妥善保管;建立液压设备“用油卡”;油液转筒或注入时应过滤;并注意油桶、注

油口、漏斗口等容器的清洁。

5) 设计液压油污染状态监控技术

对于过滤精度要求较高的液压系统,可使用带堵塞指示信号的过滤器;

大型液压设备或自动线的回油系统可在总回油管路的回油过滤器前安装一个压力传感器,也可在独立过滤系统中加一个压力传感器,由压力传感器检测油液流动和污染情况。

4 结束语

总之,在产品设计上应完善污染控制系统,在制造安装时加强工艺控制,如对液压元件和油路进行严格的清洗,对油箱内表面进行除锈抛光,涂刷防锈漆进行防锈处理,这样可减少系统被污染的机会。

产生液压油污染的原因有很多,液压系统被污染后的影响也很大。液压油在使用过程中又在不断产生污染物,所以彻底解决液压油污染是不可能的,但通过采取一些确实可行的方法可控制液压油污染,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正常工作,减小设备故障率,延长液压元件的使用寿命。

参考文献:

- [1] 史纪定,嵇光国. 液压系统故障诊断与维修技术[M]. 北京:机械工业出版社,1990.
- [2] 管龙根,等. 油温和液压系统故障[J]. 矿山机械,2002(4).
- [3] 田少民. 液压油污染检测技术现状[J]. 工程机械,1999(5).

® 信息 ®

日本流体动力系统学会国际交流委员会担当事

真田一志博士就中日交流事宜访问中国

日本流体动力系统学会(JFPS)国际交流委员会主任(担当事)、横滨国立大学副教授真田一志博士于2003年7月28日至31日对中国进行了为期四天的访问,双方就中日流体传动与控制学术界的国际交流事宜进行了诚挚友好的会谈。

真田一志博士来访期间,流体传动与控制分会主任委员、燕山大学王益群校长及分会副总干事、燕山大学机械工程学院院长孔祥东教授,分会副主任委员、北京机械工业自动化研究所陈贞发教授和分会副总干事、北京机械工业自动化研究所赵曼琳高工,分会副主任委员、浙江大学流体传动及控制国家重点实验室主任王庆丰教授,分会国际交流与合作委员会主任、浙江大学陈鹰教授等分别在秦皇岛、北京和杭州会见了真田一志博士和榆次油研公司日方代表萧欣志副总经理。

7月28日在分会秘书处,陈贞发教授和赵曼琳高工与日本客人会谈,中日双方分别介绍了两国学会的工作及发展情况,共同表示希望通过交流,加强合作,促进两国液压行业的发展。在京活动期间,客人们参观了北京机械工业自动化所液压中心实验室和机器人中心。

真田一志博士于7月29日专程到燕山大学拜会了分会主任委员、燕山大学王益群校长,并转达了日本流体动力系统学会会长佐藤三禄教授给分会的来信。王益群主任委员对日本流体动力学学会会长的来函作了书面答复,请真田博士转递。王益群主任委员对日方提出的交流建议表示赞同,并表示希望通过多种交流形式,促进行业进步与发展。萧欣志副总经理,分会副总干事赵曼琳、孔祥东会见时在座。会见后,在王益群校长和孔祥东院长的陪同下,参观了燕山大学流体传动及控制实验室。

真田一志博士一行于7月30日抵达杭州,对浙江大学进行参观访问,同时就日本JFPS邀请中国青年科学家赴日进行学术交流的具体事宜与浙江大学陈鹰教授交换了意见。双方明确表示日方提出的这一交流形式,有利于促进两国之间在流体传动及控制领域的交流与合作,中方愿意接受邀请。同时,根据平等互利原则,中国方面也邀请一名日本年轻有为的青年科学家于2004年11月在广州召开的全国第三届流体传动及控制学术会议期间访问中国并进行学术交流。真田一志博士与流控分会即将派遣的第一位中国青年学者人选——分会副主任委员王庆丰教授,具体洽谈了赴日进行交流讲学事宜。王庆丰教授向客人介绍了浙江大学流体传动及控制国家重点实验室及其开展的科学研究项目情况。

真田一志博士对此次中国之行非常满意,达到了预期的目的,访问圆满成功!

(赵曼琳 供稿)