

# 浅析军用工程机械液压系统换油时机确定方法

盛 锋<sup>1</sup>, 韩寿松<sup>2</sup>, 姜 皓<sup>3</sup>, 宣惠平<sup>1</sup>, 石 磊<sup>1</sup>

## Analysis on Determining the Oil Change Timing of Military Construction Machinery Hydraulic Systems

SHENG Feng<sup>1</sup>, HAN Shou-song<sup>2</sup>, JIANG Hao<sup>3</sup>, XUAN Hui-ping<sup>1</sup>, SHI Lei<sup>1</sup>

(1. 总装工程兵科研一所, 江苏 无锡 214035; 2. 装甲兵工程学院 机械工程系, 北京 100072;  
3. 总参陆航研究所, 北京 101121)

**摘 要:**分析了军用工程机械液压系统传统换油时机确定方法的不合理之处,提出了基于油液污染度分析与理化分析确定液压系统换油时机的方法,并举例说明了该方法的可行性。

**关键词:**军用工程机械; 液压系统; 污染度分析; 油液理化分析

中图分类号: TH137 文献标志码: B 文章编号: 1000-4858(2012)11-0045-03

### 引言

液压系统污染是指液压油中含有水、空气、固体颗粒、化学物质和微生物等杂质,另外液压系统发热导致液压油的变质也是一种污染。工程装备液压系统的污染,会加剧液压元件中相对运动零件间的磨损、节流小孔的堵塞或滑阀运动副卡死,使装备不能正常工作。据资料统计,液压系统的故障75%以上是由于系统污染所致。因此,实施液压系统油液污染度分析,对实现主动维修,进行状态监测及故障诊断,并确定合理的换油时机,有着十分重要的意义。

### 1 军用工程机械换油方法

20世纪以前,军用工程机械采用的液压系统一般比较简单,系统元件对油液污染度等级的要求较低,因此,设计时只是在液压系统中安装了几个粗滤、精滤以及滤清器报警器。一般情况下,液压系统滤清器报警,部队维修单位就会清洗滤清器或更换滤清器的滤芯,但由于条件的限制,很少对油液的污染情况进行分析。液压系统工作一定时间后,不管液压油是否可用,均将其更换,造成了一定的浪费。由于每台车工作地点和环境的不同,油液的使用情况便有很大的差异,因此按照时间确定的换油时机很不合理。

近些年,随着液压传动技术、传感器技术、电子控制技术和机械零件精密制造技术的不断提高,军用工程机械采用的液压系统也发生了翻天覆地的变化,系统元件中特别是阀类元件和传感器元件对油液污染度等级的要求很高。但是,近几年新研制的军用工程机

械其液压系统中仍没有增加必要的油液污染度监测设备,还是沿用传统装备按照一定工作时间换油的方法,没有从根本上解决如何确定换油时机的问题。

### 2 换油时机确定方法

为解决传统换油时机确定方法存在的问题,提出了基于油液污染度分析与理化分析确定液压系统换油时机的方法。

#### 2.1 油液污染度分析

##### 1) 污染度分析的必要性

油液污染度可在机械设备正常工作情况下进行检测分析,避免不必要的停机,当检测到油液污染度高,并且油品性能指标超出规定的性能指标、油液已经变质或全面恶化时才更换液压油,可避免更换还能正常使用的液压油,从而达到延长换油周期降低油料费用。参考文献[1]表明,采用油液污染度监测可使油液的换油周期延长2倍以上。

油液的污染度等级降低,预示着机械的使用状态和液压油的性能将发生变化,特别是当油液中颗粒污染物的数量呈指数函数增长时,意味着机械必须停止,否则会损坏元件,出现故障<sup>[2]</sup>。因此,当发现液压油的污染颗粒等级指标在较短的时间内发生明显变化时,在排除滤清器和密封失效的前提下,应尽快进行油液的

收稿日期:2012-04-18

作者简介:盛锋(1984—),男,浙江富阳人,工程师,硕士,主要从事军用工程机械液压技术方面的科研工作。

理化分析,确定是否需要换油,以保证机械的有效运行。

## 2) 污染度检测方法

对油液进行污染度检测时,要遵循快速得到结果的原则,现提出两种污染度的检测方法,一是便携式油液污染度检测仪检测<sup>[3-4]</sup>;二是旁通式污染度在线检测。

便携式油液污染度检测仪是基于污染度传感器的检测装置,由微型电机泵、污染度传感器、压力保护装置及检测软管构成,其结构如图1,检测仪原理如图2所示。

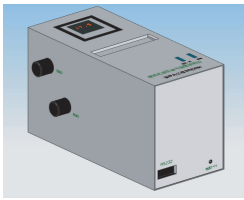


图1 便携式油液污染度检测仪结构示意图

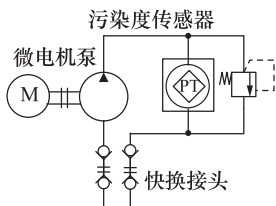


图2 便携式油液污染度检测仪原理图

污染度传感器采用进口的PC9000,它是该检测装置的核心元件,检测精度可达到0.5ISO等级,当油液在一定的压力下流过传感器时,传感器能够分别检测出油液中 $>4\ \mu\text{m}$ 、 $>6\ \mu\text{m}$ 和 $>14\ \mu\text{m}$ 三种不同大小颗粒的数量和污染度级别,符合ISO4406标准。

便携式污染度检测仪采用直流24V供电,在进行液压油污染度检测时,首先将两根检测软管一端通过快换接头同检测仪相连,另一端伸入待测装备的液压油箱内,接通微型电机泵和污染度传感器电源,待传感器表头显示读数稳定后,进行数据记录和电脑采集。污染度检测仪通过RS232同计算机连接后,通过数据采集软件可进行油液污染度数据信息采集、存储和分析。图3为污染度原始数据显示界面。

在利用便携式污染度检测仪检测时,必须在液压系统的油液充分循环后进行,一般可在执行某工况结束后或者空载运行15min后进行,这样得到的数据更加准确。利用便携式污染度检测仪检测油液污染物颗粒的数量和污染度级别,当污染度等级达到或高于系统允许的污染度等级时,应马上停机检查,同时采集油液样本,进行理化分析等,确定是否需要换油。

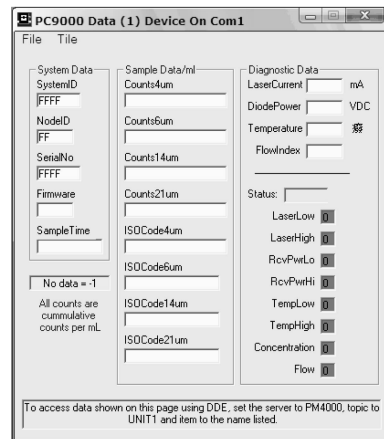


图3 污染度原始数据显示界面

旁通式污染度在线检测方法,是指在液压系统设计时,充分考虑对油液污染度的检测能力,在系统回油管路上设置污染度检测模块,其工作原理如图4所示。

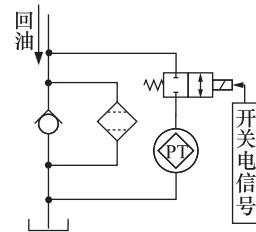


图4 旁通式在线污染度检测

当需要进行污染度检测时,电磁阀通电,使回油管路中部分油液经过污染度传感器,传感器采集的数据在显示终端显示,驾驶员可直接看到油液的情况,并将数据存储在车载计算机中,以便分析油液的变化情况;电磁阀断电,旁通回路切断。

该污染度检测方案可实现实时在线检测,驾驶员可根据需要对油液进行污染度检测,检测得到的数据记录在车载计算机,通过软件可快速的得到不同大小污染物颗粒的变化趋势和污染度等级的变化情况。

同样,当发现污染度等级达到或高于系统允许的污染度等级时,应马上停机检查,采集油液样本,进行理化分析等,确定换油时机是否到来。

## 2.2 油液理化分析

油液的理化分析是指采用物理化学化验方法对油品的各种理化指标进行测定,需要分析的项目一般为黏度、水分、闪点、酸(碱)度值和机械杂质等<sup>[5-6]</sup>。

黏度是评定油液使用性能的重要指标,黏度过大,会增加摩擦阻力;黏度过小,会降低油膜的支撑能力,油膜建立不起来,自然会导致机械磨损状态的恶化<sup>[7]</sup>。

水分会破坏油膜,降低润滑性,加剧摩擦副部件的

磨损,它能够与油液起反应,形成酸、胶质和油泥,水能析出有机的添加剂,降低油液的使用性能,低温时使油液流动性变差,腐蚀、锈蚀设备的金属材料。

酸度值也是控制油液使用性能的重要指标之一,表明了油液中含有酸性物质的数量,油液酸值大容易造成对摩擦副的腐蚀,对于某些有色金属(如铝和锌)也有腐蚀作用而生成金属皂类。皂类会引起油液加速氧化,并且积集成堆积物后破坏机器正常工作。因此,由酸值大小可判断在用油液的蜕变水平。

机械杂质是指油液中的不溶性物质如砂粒、纤维、金属颗粒等和沥青树脂状物质的混合物。它的急剧上升表明机油自身发生了化学变化或受到了污染,降低了润滑油性能,加速了机油衰变和添加剂(清净分散剂)耗损,导致异常磨损。

以上这几个指标是衡量油液使用性能最简易的常用尺度。通过对这些指标的测定,还可以预测甚至预防机器设备因润滑不良而可能出现的故障。

### 3 案例分析

本文列举了利用便携式油液污染度检测仪确定某装备液压系统的换油时机。试验对象为某装备的一台教练车,该车使用频繁且液压系统使用时间已较长,进行试验前该车液压系统已经使用 233 h。

#### 3.1 试验过程

对选取的试验对象液压系统每工作 50 h 进行一次油液污染度检测,如图 5 所示。



图 5 污染度实车检测

#### 3.2 数据处理与分析

在进行第 8 次试验前液压系统某一组执行油缸突然出现多次动作缓慢和不动作的现象,因此第 8 次试验时液压系统工作时间为 609 h,同时对液压油进行了采样以便进行理化分析。对试验的数据进行处理得到图 6。图中分别显示了油液中  $>4 \mu\text{m}$ 、 $>6 \mu\text{m}$  和  $>14 \mu\text{m}$  三种不同大小颗粒污染度级别。发现油液中  $>14 \mu\text{m}$  的污染度颗粒等级已经超标,因该大小的污染物颗粒超标时容易卡住阀芯,分析可能该组油缸的控制阀阀芯被卡滞,导致故障现象的发生。

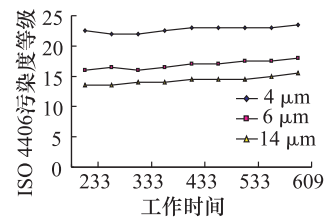


图 6 试验数据

#### 3.3 换油时机确定

对采样的油液进行理化分析后发现,液压油有两项指标偏高。油样酸值增长  $0.2 \text{ mgKOH/g}$ ,超出了该种液压油的使用极限;且  $100 \text{ g}$  油样中的机械杂质达到了  $8 \text{ mg}$ ,大于  $14 \mu\text{m}$  的颗粒污染度等级超出了该装备液压系统对油液污染度等级的最高限制。故判定液压系统需更换新油。

### 4 结论

通过对某装备进行污染度检测与分析的试验研究,可以得出以下结论:

(1) 采用污染度分析技术对军用工程机械液压系统进行状态监测是可行的,也是非常必要的,其可以直观的了解液压系统油液的变化情况,为设备的维修决策提供信息;

(2) 当油液污染度示值高时,有效地结合油液理化分析,可确定是否需要换油;

(3) 本文倾向于使用旁通式在线污染度检测的方法,该方法不用对系统任何部件进行拆解,且操作更加方便快捷。

#### 参考文献:

- [1] 叶建伟,徐启圣,李柱国. 基于综合油液监测的大型冲压自动生产线故障诊断专家系统[J]. 润滑与密封,2007,(3):184-186.
- [2] 高洪亮,赵新泽,汤双清,等. 油液污染度分析在船用柴油机状态监测中的应用[J]. 三峡大学学报,2003,(2):157-160.
- [3] 刘相波,盛锋,晁智强,等. 基于超声波技术和油液分析的某装甲车辆操纵液压系统状态监测方法[J]. 润滑与密封,2009,(10):84-86.
- [4] 晁智强,盛锋,韩寿松,等. 某两栖装甲装备液压系统非介入式原位检测方法[J]. 装甲兵工程学院学报,2009,(4):40-44.
- [5] 严新平,谢友柏,萧汉梁,等. 油液监测技术的研究现状与发展方向[J]. 中国机械工程,1997,(1):102-105.
- [6] 张伟,曾安,黄志坚. 油液监测技术在液压系统中的应用与分析[J]. 液压气动与密封,2011,(12):35-37.
- [7] 高树新. 油液监测常规理化分析研究[J]. 鸡西大学学报,2006,(3):65-66.