

DOI: 10.3969/j.issn.1001-3881.2012.20.052

飞机液压系统水污染的危害与控制

李岩, 祁功道, 张泰峰

(海军航空工程学院青岛分院, 山东青岛 266041)

摘要: 分析了飞机液压系统水污染的危害及途径, 提出飞机液压系统水污染控制的有效措施, 为提高液压系统的工作可靠性和元件的使用寿命、减少飞机液压系统故障、保证飞机的飞行安全提供了保障。

关键词: 液压系统; 水分污染; 控制措施

中图分类号: U233.91 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-3881(2012)20-171-2

飞机液压系统在飞机的各种系统中占有非常突出的地位, 液压系统污染往往导致系统性能的下降甚至失效, 成为危及飞行安全的一个重要因素。据近几年统计, 飞机液压系统的故障约占机械总故障的30%, 而液压系统的故障约75%是油液污染引起的, 因此, 飞机液压系统污染的问题, 已成为航空维修工程中亟待解决的重大问题。

飞机液压系统油液中的污染物用物理状态描述可分为固态、液态和气态三类, 液态污染物主要是水分, 油液中的水主要来自大气中的潮湿空气和淋水等工作环境。如液压油箱加油口残存的水分、增压空气中的水汽、作动筒活塞杆外露部分凝结的水雾、地面液压设备露天停放混入的水分等, 都极易进入系统, 尤其是阴雨天更是如此; 例如露天停放的地面油泵车和加油车就存在水分, 在维护外场曾多次检查发现油泵车在油泵出口、出口油滤壳体内积存有大量水分, 成为飞机系统水污染源之一; 另外, 新油保管不善, 也会造成水污染。一旦液压系统油液被水污染, 将会引起液压附件普遍锈蚀而报废, 严重危及飞行安全。因此, 对液压系统的水污染及其影响的研究是很有必要的。

1 水分在飞机液压系统中状态的变化

由于油和水的亲和作用, 几乎所有的矿物油都具有不同程度的吸水性。油液吸水量的最大限度称为饱和度, 液压油的吸水饱和度一般为 $2 \times 10^{-4} \sim 3 \times 10^{-4}$, 因此, 含水量控制指标应以吸水饱和度为极限, 美军标“MIL-H-5440H 飞机液压系统通用规范”和国军标“GJB3058 飞机 I、II 型液压系统污染度验收水平和控制水平”均规定飞机液压系统含水量控制指标为不大于 2.5×10^{-4} , 新油为不大于 1×10^{-4} 。当油液中的含水量在饱和度以下时, 水以溶解

状态存在, 当超过饱和度时, 过量的水则以游离态存在, 这时会对系统造成更大危害。

2 水污染对液压系统油液的危害

水进入液压系统中, 主要的危害是: (1) 引起液压附件金属锈蚀, 使金属表面磨损严重。水与油液中的金属硫化物和氯化物(来自某些添加剂)作用产生酸性物, 发生酸腐蚀, 尤其是游离水常易附着在零件表面, 会进一步发生氧化腐蚀。当油液中同时存在固体颗粒和水时, 水对元件的腐蚀作用比水单独存在时要严重得多。因为固体颗粒磨去了元件表面的氧化物保护膜, 并使润滑性变差, 使元件不断暴露出新的表面, 致使水的腐蚀作用加剧; 加快了金属表面的磨损和锈蚀。例如某型机在一次试验飞行时, 因地面液压加油车混入雨水传染到机上, 引起系统普遍锈蚀, 起落架电磁开关被锈蚀卡死, 致使一架飞机着陆时无法正常放下起落架, 最后使用了应急系统才保证了安全着陆。事后检查, 发现共有4架飞机发生水污染, 使液压附件严重锈蚀, 导致了4架飞机71项412件重要附件的报废。不仅危及到飞行安全, 而且产生直接经济损失近百万元。(2) 低温结冰, 堵塞小孔、间隙和油滤。随着大气温度的降低, 油液温度也降低, 当温度下降到一定程度, 油液中存在的游离水和乳化水就可能结冰而堵塞系统附件的小孔、间隙和滤网, 导致故障发生。(3) 加速微生物繁殖生息, 使油液污染更加严重。液压油中的水分子是微生物在油液中赖以生存的必要条件, 一旦液压油中含有水分, 微生物就会快速生长和繁殖; 尤其是乳化水能为一些有害细菌提供生存的环境; 如果生长条件适宜, 网状黏质物最后会变成一个大的生物团, 由于微生物团产生酸性物质, 从而加速了化学腐蚀过程, 表现为黏质物或者基础液黏度的显著增加, 此外, 微生物团活动

收稿日期: 2011-09-07

作者简介: 李岩(1978—), 博士, 讲师, 研究方向为航空装备的故障诊断与故障预测。E-mail: yanli_78@sina.com。

还表现为令人讨厌的臭味和具有混浊的褐色酱汁外观的液体。这种微生物活动会造成:①使液压油变质,缩短液压油的使用寿命。②堵塞油滤,缩短油滤的寿命。③生成腐蚀性物质,造成元件腐蚀。④产生难闻的气味和使液压油变色(脱色)。

3 液压系统中水污染控制

液压系统污染控制不仅仅是水,还有进入液压系统中的固体、气体和其他液体污染物。因此,液压系统的污染控制是一项系统工程,涉及到设计、制造、

安装、使用、维修等各个阶段和环节;需要各有关方面齐抓共管才能取得良好效果。而对水污染的控制就是要控制外界进入液压系统水分和内部生成的水分;对液压油中已存在的水分要定时采用微量水分测定仪进行检测,检测精度为 10^{-6} 级。对油液中已存在的水污染控制措施是:利用离心分离净化法、聚结净化法、真空净化法和分子吸附净化法进行净化处理;净化方法的原理见表1。

表1 净化方法的原理及适用范围

净化方法	原理	适用的污染物
离心分离	通过机械能或液压能使油液作环形运动,利用产生的径向加速度分离与油液密度不同的不溶性物质。	固体颗粒和游离水
聚结	利用两种液体对某一多孔隙介质湿润性(亲和作用)的差异,分离两种不溶性液体的混合液。	水
真空	利用在负压下饱和蒸汽压的差异,从油液中分离其他液体和水。	水、空气和其他挥发性物质
分子吸附	利用分子附着力分离油液中的可溶性和不溶性物质。	固体颗粒、水和胶状物

控制液压系统水污染不仅仅只是采用液压净化方法就可以了,而最主要的是要提高使用维护人员对水污染控制的认识,因为液压系统污染严重的一个重要原因是维护不良,因此维护人员要明确水污染控制工作的重要性和长期性;防止水污染侵入,保证飞机液压系统具有低的污染生成率;为此,制定防止水污染的控制措施如下:

(1) 严把系统和附件的拆装关。拆开系统接口、附件和导管后,要及时用清洁的堵帽、堵头将外露的端口封堵好,对于拆开的附件和导管端口,用清洁的蜡纸、塑料薄膜包扎,不允许使用易脱落纤维的纸张或织物包扎。安装前,先检查封装是否完好,如发现包装破损和堵头、堵帽脱落的情况,必须做清洁净化处理,封堵物只有在安装时才允许打开;严格防止水分从各种接口,如加油口、吸油接头、增压接头、蓄压器充气接头、拆卸导管接头进入液压系统。

(2) 严把油料添加关。加强对油料的管理和检查,油料的添加,必须符合规定的污染度指标,加油相关设备要能防尘、防水,设备、用具应清洁;加油车必须有良好防雨性;严禁露天停放。

(3) 严把系统和附件的试验修理关。加强对液压油泵车、清洗车、加油车和附件试验台等地面液压设备的管理,定期对液压油泵车和附件试验台等地面液压设备进行采样和污染检测工作;防止试验台水污

染的油液通过被检测的附件带入飞机液压系统。

(4) 严把工作环境关。在进行液压附件的拆装、调试、清洗、分解、检修、装配、油封、包装以及添加油料等维修工作时,必须保持工作环境的整洁。室外工作要避免尘、烟、风、雨、雪、雾等不利条件;以便对水污染实施有效控制。

总之,进行飞机液压系统整体污染的控制研究,其目的是有效解决飞机液压系统的污染问题;包括水的污染问题。换句话说,就是要使液压系统油液的污染度与关键液压元件的污染耐受度达到合理平衡;以保证液压系统的工作可靠性和元件的使用寿命。

参考文献:

- [1] 夏志新. 液压系统污染控制[M]. 北京:机械工业出版社,1992.
- [2] 杨国桢. 飞机液压传动与控制[M]. 西安:空军工程学院出版社,1997.
- [3] 曹克强,马新力,沈燕良,等. 飞机液压系统空气污染控制[J]. 机床与液压,2003(6):331-332.
- [4] 赵运才,高彩云. 矿山机械液压系统的摩擦磨损分析[J]. 煤矿机械,2000(1):25-26.
- [5] 杜来林. 飞机液压系统油液的颗粒污染与维护[J]. 液压气动与密封,2010(5):18-21.
- [6] 唐松柏. 内燃机车机油润滑系统的污染控制[J]. 内燃机车,2005(3):5-8.