

# 气泡油对液压系统的危害

王艳东, 徐有芳

(济南钢铁集团总公司, 山东 济南 250101)

**摘要:** 介绍了气泡油产生的原因及其危害, 提出了在液压系统设计和应用中对气泡油的预防措施, 以保证液压设备安全可靠地运行。

**关键词:** 气泡油; 气穴; 液压系统

中图分类号: TH137.9      文献标识码: B      文章编号: 1004-4620(2001)01-0029-02

## The Damage of Gas Bubble Oil to Hydraulic System

WANG Yan-dong, XU You-fang

(Jinan Iron and steel Group, Jinan 250101, China)

**Abstract:** Describes the causes producing gas bubble oil and its damage, puts forward the precautionary measures producing gas bubble oil in design and use of hydraulic system, thus ensuring safe and reliable moving of hydraulic installations.

**Keywords:** gas bubble oil; gas cavity; hydraulic system

液压传动是以油液作为工作介质来传递能量的, 这主要是利用油液在系统压力下的不可压缩性。在液压系统的实际应用中, 考虑最多的是油液的粘温特性和污染度对液压系统的影响, 而忽视了油液中的气体对系统产生的危害。液压设备在大气压环境下工作, 尤其在更换液压元器件的过程中, 不可避免地掺入空气, 这时混入空气的油液已不再是理想状态, 即违背了液压传动对介质的基本要求特性——不可压缩性。

空气在油液介质内有两种存在方式: 一种为混入空气; 另一种为溶解空气。空气以气泡状态掺混于油液中的现象, 称为气泡油<sup>(1)</sup>。混入空气在油液内独立存在, 以球状气泡形式悬浮于油液中, 这时的油液就成了气泡油。油中混入的空气量决定于油液的性质及油液与气体的接触和搅动情况, 加压后可使部分混入气体溶于油液中。油液中混入空气后, 不仅使油液的体积弹性模量急剧下降, 而且将使粘度增大。

溶解空气则完全融入油液中。在一定温度下, 空气在油液中的溶解度与油液的压力成正比, 即压力越高, 溶解于油液的空气体积量越大。如体积比达到10%, 溶解的空气虽对油液的物理性能没有直接影响, 但溶解的空气在随油液介质在液压系统内流动时, 一旦流通有效面积变化使静压力降至低于油液空气分离压时, 溶解的空气便从油液中析出, 形成大量气泡, 流体力学中称之为气穴<sup>(1)</sup>。实际上, 含有气穴的油液是一种随油液静压变化而变化的极不稳定的气泡油。

## 1 气泡油的危害

(1) 油液中混有气泡油, 流动的油液就成了气-液两相流, 造成油液的体积弹性模量剧减、刚性降低, 造成系统反应迟滞。

(2) 产生剧烈振动和噪声。气穴产生后, 气泡随油液运动至高压区, 气泡被瞬时挤破而产生噪声。同时压力发生变化产生波动, 造成管路振动而使管接头出现漏油的可能性加大。

(3) 执行机构运动发生变化, 密封圈损坏。气泡油在油液中存在, 油液体积弹性模量降低, 造成油缸产生爬行运动, 使同步缸运行机构或多缸合成运动机构发生速度和位置变化, 因而执行机构达不到工作要求; 另外, 气泡在压力波作用下, 体积急剧变小, 使气泡成为一颗“小炸弹”, 其结果是使油缸活塞处密封圈碎裂而造成油缸内泄, 或使爆炸部位处金属表面出现斑点或发生化学腐蚀作用, 即所谓“气蚀现象”。

(4) 油液介质性能劣化。如上所述, 气泡形成的“小炸弹”在爆炸时, 是一个绝热过程, 会产生极大的热量, 致使油液及其添加剂碳化, 使碳游离出来, 形成微小颗粒; 或产生胶状沉淀物, 而使油液粘度变大, 污染度等级变高, 液压系统故障增多。

## 2 气泡油产生的部位及预防措施

### 2.1 空气进入液压系统油液的途径

(1) 油箱内, 回油管路口处于液面之上。系统回油进入油箱时, 周围空气形成射流被卷入油液中。

(2) 油泵吸油口密封不良。油泵在工作过程中, 如果泵进油口处或进油口处阀件联接面密封不良, 会形成真空, 在大气压作用下, 空气会进入油液中。

(3) 更换或安装液压元器件时, 原容积内空气不能排除, 随着油液运动, 这些空气就会混入油液中。

液压系统中, 气穴产生的根本原因是油液流过的有效面积发生突变, 致使油液压力下降, 低于溶解空气分离压, 空气析出与混合空气一起形成气泡油。

### 2.2 气穴发生的部位

2.2.1 泵的吸油口处泵的吸油口处所提供的油液流量低于泵所需流量时, 油液压力低于空气分离压, 气泡析出。其原因为: (1) 泵吸油口管径细或长, 油液流速高, 吸油阻力大。(2) 泵吸油口处阀门、过滤器油液流通面积小或堵塞, 吸油阻力变大。

2.2.2 控制阀等节流口附近油液流经系统控制阀处, 由于油液流通有效面积发生变化, 或油液矢量方向发生变化, 形成高速射流, 使其静压力下降, 产生气穴。试验测得, 尖棱薄壁小孔的节流装置, 小孔前后压力比大于 3.5 时, 就要产生气穴<sup>(2)</sup>。

2.2.3 执行机构在阀控缸液压系统中, 负载对于阀的启闭响应由于惯性的缘故会产生相位滞后。当进油阀阀口关小使油缸负载做减速运动时, 由于负载惯性作用, 阀口变小, 进入油缸的油液不能充满活塞运动后所空出的体积, 出现低压产生气穴。

2.2.4 管路系统油液流经管路弯头处, 油液流通截面积发生变化, 或油液矢量方向变化, 造成流速变化, 因而在这些地方扰动、搅拌, 形成气穴。

### 2.3 预防措施

根据气泡产生的部位及原因,要采取相应的措施以最大限度地避免气泡产生。

### 2.3.1 合理设计油箱容积、结构,正确选择油箱附件

(1)油箱的容积应保证油液到达最低液位时,有足够的油量,不致使油泵吸油管露出油面而吸入空气。在液位控制上,当油位到达最低液位时,应有电气联锁保护装置,使油泵停止运转。

(2)油箱的结构应将系统回油管路和油泵吸油管路分隔在两容腔内,这样气泡随油液流动时,会充分分离出来。

(3)油箱的附件,空气滤清器的通气流量应大于系统中同时工作的油泵总的吸油量,否则会产生负压力;另外,泵吸油口处过滤器的流通量应大于液压泵的吸油量,这样吸油阻力小,避免了泵吸口产生气穴。

### 2.3.2 选择合理粘度的油液,保持油液合理的温度范围可以选择抗泡性好的油品。

### 2.3.3 布置系统管路和设计液压系统回路时应注意的问题

(1)泵的吸油管路要尽量短。立式安装的油泵高度应符合规定要求,吸油管路弯头要少;管径要满足推荐流速的要求,避免产生气穴。

(2)压力管路的最高处要设置排气阀,用来排除空气。

(3)泵、阀的泄油管路、回油管路要分开进入油箱,并插至油箱液面以下。

(4)防止阀的节流口附近产生气穴。对于节流阀、减压阀等阀的阀口前后压差比要小于3.5<sup>(3)</sup>。如果阀的前后压差比较大,可以通过多级节流或多级减压的方式,保证每级压差不超过产生气穴的压比。

(5)对于靠负载或活塞自重下降的油缸(垂直或倾斜安装),在下降工作时,在系统回路中,要考虑安装平衡阀、背压阀。两阀调节压力应根据负载自重来确定,以避免快速下降、供油不及时在活塞附近产生气穴。

(6)安装或更换油缸时,将油缸两端的排气阀分别打开,油缸活塞往复运动5~6次,直到油缸空气排净。对于速度变化快、负载大的油缸,两端要有缓冲装置。

## 3 液压设备使用时的要求

(1)经常检查泵吸油口过滤器滤芯堵塞状况,对堵塞的滤芯要及时清洗或更换。

(2)检查泵吸油口管路接头是否漏气,并予以处理,避免吸入空气。

(3)检查油箱油位,定期检查液位控制器,保证最低液位在吸油口之上。

(4)定期对油缸和液压管路进行排气。

(5)液压系统在工作时,若发生噪音或振动现象、油缸出现爬行、浮动等现象,要立即停机检查,找出原因并排除故障后方可开机。

## 4 结束语

液压系统因气泡油的存在,已改变了液压控制的基本原理,严重危害了液压回路和执行机构的工作,尤其油缸作为最后执行机构,活塞两侧常为气穴的聚集地。为此,在液压系统的设计中要充分考虑到气穴对液压系统的影响。因液压系统为封闭循环结构,在液压系统的使用和维护过程中,对出现的异常现象要及早发现和处理,将气穴对液压系统的影响降低到最小。

### 参考文献:

- (1) 盛敬超. 液压流体力学 [M]. 北京:机械工业出版社. 1980.
- (2) 王懋瑶. 液压系统故障判断与排除方法 [M]. 天津:科学技术出版社. 1985.
- (3) 雷天觉. 液压工程手册 [M]. 北京:机械工业出版社. 1990.

---

[返回上页](#)