

谈液压元件中节流阀的气穴现象及控制方法

衡阳技师学院模具系 向清然 421101

摘要: 机床液压系统的安全性和稳定性是机床正常工作的保证。机床液压油中由于有混合空气及溶解气体的存在,不可避免地会产生气穴现象,从而导致气蚀破坏。节流阀中由于气穴的存在会产生振动和噪声,影响了节流阀的正常工作。合理地控制节流阀的前后压力差及节流口的开口面积可以有效地控制其气穴现象。

关键词: 机床 液压系统 气体 气穴 气蚀 振动和噪声 节流阀 压力差 开口面积

DOI:10.3969/j.issn.1672-8289.2010.10.041

0 引言

机床液压系统中的液压现在有的正在向纯水液压方向发展,但是目前大多数机床使用的依然是油压。由于油液中不可避免地会含有部分空气,其中一部分空气会混入油液中呈气泡状态存在,一部分空气则溶解在油液中。呈气泡状存在的气体会影响油液的体积弹性模量和粘度,从而影响油液的流动性。而溶解在油液中的气体则基本上不对其产生影响。油液中能溶解的空气比水中能溶解的空气要多,常温和大气压下,水中能溶解约2%体积的空气,而一般矿物油中约溶解6~12%体积的空气。

1 气穴(又叫空穴)现象的产生原因及危害

1.1 气穴现象产生的原因: 溶解在油液中的气体量与油液的绝对压力成正比。当液压系统中的油液流动时,流速高的区域压力很小,当压力小于工作温度下油液的空气分离压时,溶解于油液中的空气将大量地被分离出来形成气泡,这些气泡以原来呈现气泡状的核心不断地生长长大形成大气泡。此外,当油液中某局部点的压力低于当时温度下的饱和蒸气压时,油液将沸腾汽化,也在油液中形成气泡。上述几种情况形成的气泡混杂在油液中,使原来充满在液压管道或液压元件中连续流动的油液成为不连续状态,这种现象称为气穴(或空穴)现象。机床液压系统中高速流动的油液当其局部压力降至空气分离压以下时,就会形成气穴现象。这种气穴现象是最常出现的一种。油液中空气分离压越高越不容易产生气穴现象。实验证明油液的空气分离压与油液的种类、油温及空气溶解量等因素有关。油温越高,空气溶解量越大,则空气分离压越高。例如某种油液在20℃时,空气分离压约为0.01MPa,30℃时约为0.015MPa,50℃时约为0.03MPa(均为绝对压力)。

1.2 气穴现象导致的振动、噪声和气蚀形成: 当气穴现象产生时,油液中的气泡随着油液流至高速高压区,气泡在周围压力的冲击下,其体积迅速缩小直至溃灭。在高压区,气泡体积不断缩小,气泡表面和表面外的油液以很高的速度向气泡中心流动,当气泡半径小至 $r=r_{min}$ (相当于气泡溃灭)时,局部液体的流速为零,液流停止,此时气泡中心将产生高压区。例如某个气泡,开始时其内部压力为外界压力的1/100倍,当气泡半径被压缩至最小时,其内部压力为外界压力的4347倍。实验结果表明,在气泡溃灭中心的压力可高达150~200 MPa。瞬间发生的局部高压以压力波的形式向四周传播,产生强烈的振动和噪声。同时液体质点的动能除转换为压能外还有一部分转换为热能,局部高压区域内温度可达1000℃。此时,液压系统中高温处附近的管壁和液压元件表面长期承受液压力冲击和高温作用,并且从液体中游离出来的空气中所含的氧气也具有较强烈的氧化作用,因此零件表面逐渐腐蚀,严重时剥落成小坑,呈蜂窝状,使元件的力学性能和工作寿命降低。这种因气穴现象而产生的零件腐蚀一般称为气蚀。

2 节流阀的气穴现象及控制方法

2.1 节流口前后压差对气穴的影响: 当液流通过节流阀的节流口时,由于节流面积急剧收缩,使流速升高,压力降低,因而容易产

生节流气穴,随之产生气蚀现象及噪声。试验表明,当节流口前后压差较小时,不易产生气穴,反之当压差较大,流量增加到一定程度时,就很容易产生气穴和噪声,节流阀的噪声主要是气穴噪声。

以薄壁节流小孔为例。假设 p_1 为薄壁节流小孔前端压力, p_2 为薄壁节流小孔后端压力, ρ 为油液密度, v_2 为小孔节流处的平均流速,列出节流口前后端面的伯努利方程为: $p_1 - p_2 = \rho v_2^2 / 2$ 。假设油液的饱和蒸气压为 p_c ,描述气穴发生程度与性质的最常用的系数为节流气穴系数 δ ,根据定义

$$\delta = (p_2 - p_c) / (p_1 - p_2)$$
若以绝对压力表示各处的压力值,可取 $p_c \approx 0$ 则有 $\delta = 1 / (p_1 / p_2 - 1)$ 。可见气穴系数 δ 的大小取决于节流孔前后的压力比值大小,其比值越大,则 δ 值越小,小孔节流处越易发生气穴。因此,在保持 $p_1 - p_2$ 值不变的条件下,提高背压 p_2 ,可以显著地提高 δ 值,从而减少气穴发生的可能性。根据试验测定,防止发生气穴的最小极限气穴系数为 $\delta = 0.4$ 。即 $\delta = 1 / (p_1 / p_2 - 1) > 0.4$ 即 $p_1 / p_2 < 3.5$ 。

2.2 节流口面积的变化对气穴的影响: 通常在进油口压力 p_1 一定的情况下,节流口面积的变化会影响背压 p_2 的大小,从而影响 p_1 / p_2 的比值大小,进而影响气穴系数 δ 的大小。对于不同的节流口面积,背压 p_2 的极限大小可定义为: p_2 极限 $= 1 + 0.35(p_1 - 1) \times (A_0 / A)$ (A_0 为节流阀的部分开口面积, A 为节流阀的全开口面积)。由上式可以看出,不发生气穴的背压大小是进口压力 p_1 和节流口开口面积比的函数。因此,当进口压力较高时,为使背压不致过大,可以进行二级或三级节流,以防止气穴和噪声发生的可能性。

3 结束语

为减少节流阀口前后压差和开口面积大小对气穴的影响,目前大多数液压系统中常采用优越性多多的二级或三级圆锥式节流阀口代替传统的一级圆锥式节流阀口,从而大大地减少气穴和气蚀现象的发生,为液压系统的节流调速提供安全、稳定、高效和长寿的保障。

参考文献:

- [1] 《液压系统故障诊断和排除》 嵇光国著 海洋出版社
- [2] 《液压传动与控制》 林国重 盛东初 北京工业学院出版社

作者简介:

向清然,女,职称:高级讲师,研究方向:机械专业论文及教研教改。

谈液压元件中节流阀的气穴现象及控制方法

作者: [向清然](#)
作者单位: [衡阳技师学院模具系, 421101](#)
刊名: [科技展望](#)
英文刊名: [KEJI ZHANWANG](#)
年, 卷(期): 2010(10)

参考文献(4条)

1. [林国重; 盛东初](#) [液压传动与控制](#)
2. [嵇光围](#) [液压系统故障诊断和排除](#)
3. [嵇光围](#) [液压系统故障诊断和排除](#)
4. [林国重; 盛东初](#) [液压传动与控制](#)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_kjzw201010041.aspx