

# 机械设备液压传动系统泄漏的原因及控制对策分析

谢伟忠

(中航天水飞机工业有限责任公司, 甘肃 天水 741025)

**摘要** 为在机械设备生产、运行过程中确保设备液压传动系统的稳定性, 需注意预防系统泄漏造成的安全风险。因此, 本文结合液压传动系统的基本原理及其泄漏后造成的不良影响, 详细分析了该系统泄漏的原因, 并提出了控制系统泄漏的方法。通过研究可知, 相关主体在液压传动系统的日常维护中应做好污染防治、液压油温控制等工作, 保障机械设备液压传动系统运行的安全性。

**关键词** 机械设备; 液压; 传动系统; 泄漏

中图分类号: TH137

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)01-0124-03

随着机械化水平的提升, 各类机械设备在社会生产中的作用更为明显, 液压传动系统是新时期机械设备的重要结构, 能够增强设备运行的灵活性, 满足机械设备的性能要求。但机械设备液压传动时却伴有系统泄漏问题, 不仅会导致设备油耗过大, 还会引起环境污染, 因此, 需要针对机械设备液压传动系统的泄漏原因, 完善该系统的维护管理方案, 降低系统泄漏风险。

## 1 液压传动系统的基本原理

液压传动系统通常由各类阀门、液压管道、油缸、油泵组成, 其工作原理是利用液压泵的转化设备的机械能, 产生“液体压力能”, 并通过液压管道、阀门传递能源, 驱动机械设备的运行构件, 使其进行回转、直线运动。相较于其他传动系统, 液压传动系统的优势更为明显, 具体可体现在三个方面: (1) 重量轻、体积小, 整体重量一般为普通电动机、传动系统的10%~20%, 并且该系统传动期间的受惯性的影响较少。(2) 能够根据机械设备的生产参数, 稳定地控制系统牵引速度, 使设备传动处于无级调速状态<sup>[1]</sup>。(3) 可以灵活地转变传动形式, 进行直线往复运动、旋转运动, 且无需改变电机的旋转力。

## 2 机械设备液压传动系统泄漏的不良影响

机械设备液压传动系统泄漏主要是指传动系统中“内机件”“主机件”向外、向内溢料。其中内机件溢料属于“向外泄漏”, 泄漏区域多集中在液压阀、液压泵、液压马达、其他液压缸内部的结构, 泄漏形式是大量油液从内部元件的外部直接排出, 排出后流入内

部低压区域, 比如从液压泵的高压腔流入低压腔<sup>[2]</sup>。

在液压传动系统中输油管路、液压缸、液压泵等外部传动组件的泄漏问题被称之为内部泄漏, 即大量油液自内而外地漏出, 流向系统零部件外表面。机械设备液压传动系统泄漏问题会对系统的安全性、稳定运行状态产生直接的影响。比如系统泄漏会使系统压力无法调高、内部油温无法控制, 从而导致系统液压动能失效, 使得机械设备运行效率下降。若因泄漏导致油漆持续燃烧时, 还会造成周围污染物浓度高、环境污染严重的问题, 容易引起系统失灵、液压传动速度过快等问题, 不利于企业的生产管理。

## 3 机械设备液压传动系统泄漏原因分析

### 3.1 系统污染因素

液压油是机械设备液压传动系统的重要原料, 但液压油中会存在较多杂质, 这些杂质会导致设备液压传动时的油液不清洁、受污染, 污染后会使得液压阀内阀芯、阀套、液压管件失效, 从而引起系统泄漏。

1. 液压油中的杂质会使各类元件被磨损, 磨损后液压元件则会失去原有的功能, 损坏后则无法满足系统控制泄漏的要求<sup>[3]</sup>。比如, 液压阀的阀芯因液压油中的杂质受到卡阻时, 液压阀处的密封件、液压阀被损坏, 导致机械设备运行期间动作迟缓、传动时的摩擦力过大, 不仅会影响系统稳定性, 长此以往液压传动系统也会相应地出现泄漏问题。

2. 液压元件被杂质阻塞后, 换向阀运行阻力增加, 使得系统传动时伴有冲击、振荡情况, 振荡过大时设备紧固件、液压管路的接头会逐渐松动, 继而造成机

件安装精度下降, 液压传动系统功能受损, 继而出现液压管路泄漏现象。

### 3.2 系统设计因素

一些液压传动系统设计不合理时, 同样会引起泄漏问题。比如, 机械设备液压传动系统的油箱容量通常为系统油泵额定流量 3 倍、5 倍, 若油箱容积设计不符合相关的要求值则会导致油箱散热慢, 温度长期处于较高状态, 继而损伤系统元器件造成泄漏。再者, 液压传动系统内液压元件、挂炉容量小时会在液压油流速过高时因流通不畅而出现堵塞、泄漏。或是系统功率设计、卸荷设计不到位, 同样会使系统在服役期间存在泄漏情况, 造成大量的油损耗<sup>[4]</sup>。

### 3.3 系统密封因素

密封件的主要作用是预防液压传动系统泄漏, 但密封件质量不佳、选用不合理、安装设计不到位时, 都会因密封件原因而出现泄漏情况。比如, 密封件的功能、材质在机械设备液压传动系统运行时, 无法满足系统要求, 或是所设计的密封沟槽不合理, 间隙过大、压缩量不符合实际情况等。另外, 液压传动系统中液压油、其他液体中的气泡会在释放能量时破坏密封件, 使得密封件受到损伤, 继而在熔化、烧坏、碳化后导致系统泄漏。

### 3.4 温度控制因素

1. 机械设备液压传动系统运行时, 局部区域会形成“气穴”, 这类气穴在经过系统中的高压区域时会破裂, 系统则会自动填补气穴破裂的区域, 液压油在作用时则会造成高压冲击, 使系统内温度升高, 损耗密封件, 引起液压油泄漏。

2. 液压油温度超过 60℃ 时, 液压传动系统中的油液黏度会变低, 使液压传动时的摩擦力变化, 密封圈老化、膨胀, 继而引起系统泄漏。

3. 液压油液温度升高后, 体积会膨胀, 系统内的压力变高, 泄漏风险更大, 或是在压力变高时, 部分液压零件因热膨胀系数而膨胀, 并在系统传动时因元器件间隙过大而引起泄漏。

### 3.5 系统安装因素

预防机械液压传动系统的关键在于确保系统及其内部结构的密封性, 包装不同零件都能够处于高效运行状态。因此, 在生产系统零件、安装液压系统传动装置时, 还应提前考虑系统泄漏风险, 规范系统安装流程, 控制各类元器件的安装精度, 从而使系统安装符合预期要求, 有效降低机械设备液压系统的泄漏风险<sup>[5]</sup>。

## 4 机械设备液压传动系统泄漏的控制对策

### 4.1 加强系统污染防护工作

1. 避免污染物、其他杂质进入液压油内。存储、转运、加注液压油时, 相关人员应都要做好污染防护, 避免液压油被污染。在将液压油加入系统时, 还应利用过滤器, 过滤液压油, 去除杂质、污染物后将液压油注入系统。为防止液压传动系统注油时将外界污染物带入, 或是在系统传动期间侵入尘土、磨料、其他冷却物, 还应直接将过滤器安装在油箱的呼吸孔上, 并加强油箱的密封管理, 同时在液压缸活塞杆端部增设防尘装置、密封件, 定期更换、检查有无污染风险。

2. 保证液压油过滤器的整体性能。在选用过滤器时, 还应提前分析不同规格、类型过滤器的过滤效果, 尽量选择高性能过滤器, 使其可以有效地将内部、外部杂质过滤掉, 从而避免因液压油污染而造成系统泄漏。机械设备在生产过程中, 相关人员还应重视过滤器的管理, 定时查看、清洁, 必要时可定期替换过滤器, 使系统过滤效果保持在最佳状态。

3. 定期更换液压油。应用液压传动系统时, 还应定期核查液压油的使用情况, 发现污染后可及时更换液压油, 或是定期用新液压油替换系统内的液压油。更换液压油时需将原有的液压油清理干净, 同时将液压油泵、油箱、液压管路清理干净, 然后重新注入新的液压油。在此期间, 相关人员还应持续检查液压油质量, 发现污染问题后及时处理。

### 4.2 重视密封件的安全管理

为减少因密封件磨损原因造成的泄漏问题, 相关人员还应在机械设备日常维护液压传动系统时做好密封件的安全管理、质量管理。

首先, 根据液压传动系统的运行参数、实际需求, 选择适当材质的密封件。正式使用密封件时, 还应注意检查密封件的质量、检验其密封效果。

其次, 合理设计密封件沟槽, 即严格按照液压传动系统不同区域的密封点, 设计密封沟槽, 然后选择对应规格的密封件, 使其能够更紧密地安装在沟槽上, 起到良好的密封效果。

最后, 针对液压传动系统中油液防尘密封件的泄漏、堵圈严重问题, 还应尽量选择耐磨损的密封件, 同时严格控制好液压活塞杆、驱动齿轮轴上密封件的制动负载。随后通过油液防尘密封件、保护罩等防护设备, 全面预防液压活塞杆使用时的风险, 避免各类杂质、污染物进入液压活塞杆中, 使其制动功能失效, 造成泄漏问题。

### 4.3 优化系统设计方案

优化液压传动系统的设计方案是预防系统泄漏的基础前提,系统设计的合理性会最大程度地降低液压油泄漏风险。

1. 设计机械设备液压传动系统时,相关人员可根据系统泄漏原因,针对性地进行系统设计,如在进行密封沟槽的设计时,可根据相关研究、已有的技术体系,设计能够防止油口漏油的蜜蜂沟槽,且沟槽大小、形式符合密封件防泄漏要求。比如,相关数据显示,密封沟槽设计为SAE直螺纹“O”形圈时,“O”形圈和直螺纹相互连接后,可以有效地预防油口漏油。对于大油口,可采用SAE4螺栓设计密封圈。选择密封件时,应基于密封沟槽设计数据,将密封件表面粗糙度的静密封控制为Ra3.2~Ra1.6,动密封控制为Ra0.8~Ra0.4。

2. 设计液压传动系统时,还应尽量减小液压冲击,具体方法是改进系统启动、换向设计,严格控制系统驱动传动方向、开关的频率。若机械设备生产中,液压系统需要频繁更换方向,还应在换向阀上增设阻尼器,并将蓄能器安装在控制阀前,从而减小液压传动时的冲击波传播距离,降低液压冲击力。另外,设计人员可适当增加系统液压管路的途径,合理缩短管路长度,同时布设安全阀,借此通过控制系统内压力冲击的方式防止泄漏问题。

### 4.4 重视系统温度控制

温度控制对预防系统泄漏非常重要,只有控制好液压动力系统中的液压温度,才能避免因温度过高而引起泄漏问题。

1. 控制液压管道温度时,重点在于控制液压油箱、液压系统内气动液压机的液压管道温度。比如在液压油箱出油、进气回油期间,设置空气隔板、等离子分隔装置,促使油箱持续地进行散热,以此控制油箱温度。油箱内部液压油冷却时,液压油温度需要控制在55℃~65℃左右,尽量低于70℃。若因天然气油冷却导致油温大于70℃,可以将冷冻机加入液压油箱中,或是在冷却油经过的水管、回转加油管道上布设恒温冷却器,以此控制冷却油温度。

2. 针对液压管路上的温度控制,相关人员可优化液压油箱管路设计,缩短液压油箱和液压传动装置的间隔距离,减少液压管路上横向弯头的数量,预防油箱内压力油的变少。

### 4.5 完善系统装配设计

安装液压传动系统时,安装人员应结合系统安装方案,逐一地检查系统元件,分析其规格大小、耐压性能、密封性、膨胀系数和机械设备液压传动需求的

匹配度。若在检查安装元件时发现泄漏问题,应处理好泄漏问题后再将其投入使用。具体装配系统内的液压元件、液压系统时,还应严谨地清洗系统元件、其他零部件,去毛刺、除焊渣、防锈蚀后开始装配作业。装配流程应符合液压元件和液压系统的装配工艺,避免因安装不到位而造成系统间隙畸变、存在毛刺、焊渣及锈蚀物等间隙磨料损伤系统结构。

安装机械液压传动系统的液压管路时,要重点核查液压管路的位置、换向设计、管件规格,以及液压管路的结构设计。为确保安装人员操作的规范性,还应做好技术交底、安装指导工作,使其能够严格地根据液压传动系统的安全标准完成系统装配任务。安装过程中,相关人员应定期比对安装图纸、安装效果,发现和与设计图纸不符的情况应及时排查原因,上报领导后调整安装方案。

需要注意的是,液压传动系统的液压管路属于系统的核心结构,其安装设计较为复杂,安全质量要求高,相关人员应加强液压管路的安装质量管理,避免简化安装流程,以免影响液压管道使用效果,造成泄漏问题,引起更严重的经济损失。系统安装结束后,还应通过调查看有无泄漏问题,早发现、早处理,将泄漏损失控制在最小范围内。

## 5 结语

综上所述,现代工业机械生产中,液压传动系统的功能优势非常明显。但机械设备液压传动系统运行时,还应注意通过控制系统油温、科学布设液压管道、加强设备密封和污染防治等方式,预防液压传动系统的泄漏风险。同时定期检查系统运行参数,排查泄漏隐患,做好机械设备液压传动系统的维护管理,使其处于安全、稳定的运行状态,为我国社会生产水平的提升奠定基础。

## 参考文献:

- [1] 刘恭平. 液压机械复合传动系统模式切换过程同步控制分析与研究[J]. 信息周刊, 2020(05):1-8.
- [2] 韩庆. 机械设计制造中液压机械传动控制系统的应用[J]. 工业, 2021(16):105-106.
- [3] 何智洋. 机械液压传动系统的设计与控制策略[J]. 集成电路应用, 2022(07):12-15.
- [4] 伍凤, 姚杰. 采掘机械中液压传动系统与应用——评《液压传动与采掘机械》[J]. 矿业研究与开发, 2020(11):1-6.
- [5] 彭诚. 工程机械液压传动系统故障诊断及维修策略[J]. 设备管理与维修, 2020(01):22-27.